



SKRIPSI – TK141581

**STUDI PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON
MENGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN
PENAMBAHAN SURFAKTAN *SODIUM
DODECYL SULFATE* (SDS) DAN *SODIUM
CARBONATE* (Na_2CO_3)**

Oleh :

**Afri Dwijatmiko
NRP. 2313100009**

**Aditya Akhmad Sony
NRP. 2313100081**

**Dosen Pembimbing 1:
Dr.Ir.Susianto,DEA
NIP : 1962 08 20 1989 03 1004**

**Dosen Pembimbing 2:
Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.S
NIP : 1951 08 04 1974 12 1001**

**DEPARTEMEN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**



FINAL PROJECT– TK141581

**BITUMEN SEPARATION PROCESS FROM
ASBUTON FEED IN HOT WATER PROCESS
WITH SURFACTANT *SODIUM DODECYL
SULFATE* (SDS) AND *SODIUM CARBONATE*
(Na_2CO_3) ADDITION**

**Proposed by :
Afri Dwijatmiko
NRP. 2313100009**

**Aditya Akhmad Sony
NRP. 2313100081**

**Advisor 1:
Dr.Ir.Susianto,DEA
NIP : 1962 08 20 1989 03 1004
Advisor 2:
Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.S
NIP : 1951 08 04 1974 12 1001**

**CHEMICAL ENGINEERING
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2017**

LEMBAR PENGESAHAN

STUDI PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON MENGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN *SODIUM DODECYL SULFATE (SDS)* DAN *SODIUM CARBONATE* (Na_2CO_3)

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik Pada Program Studi S-1 Departemen
Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Afri Dwijatmiko
Aditya Akhmad Sony

NRP : 2313100009
NRP : 2313100081

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr.Ir. Susianto, DEA (Pembimbing I)
2. Prof.Dr.Ir. Ali Altway, M.S (Pembimbing II)
3. Fadlilatul Taufany, S.T.,Ph.D (Penguji I)
4. Siti Nurkhamidah, S.T.,M.S.,Ph.D (Penguji II)
5. Dr.Kusdianto, S.T.,M.Sc.Eng (Penguji III)



**STUDI PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON
MENGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN
SURFAKTAN ANIONIK SODIUM DODECYL SULFATE
(SDS), DAN *SODIUM CARBONATE* (Na_2CO_3)**

Nama : 1. Afri Dwijatmiko (2313100009)
2. Aditya A. Sony (2313100081)
Jurusan : Teknik Kimia ITS
Pembimbing : 1. Dr.Ir.Susianto, DEA
2. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.S.

ABSTRAK

Asbuton adalah aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti aspal minyak setelah bitumen dipisahkan dari mineralnya. Penelitian proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan *hot water process* telah dilakukan, tetapi bitumen yang terambil kurang maksimal. *Interfacial tension* merupakan parameter penting dalam proses pemisahan bitumen menggunakan *hot water process* disamping viskositas bitumen. Untuk meningkatkan perolehan bitumen, maka perlu dilakukan modifikasi sifat permukaan bitumen. Modifikasi sifat permukaan bitumen dilakukan dengan penambahan surfaktan. Pada penelitian ini, jenis surfaktan yang digunakan adalah surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) yang berfungsi sebagai *wetting agent* untuk menurunkan tegangan permukaan antara bitumen dengan mineral. Fokus dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan *wetting agent* terhadap jumlah larutan total, konsentrasi surfaktan dan pengaruh temperatur terhadap persen (%) *recovery* bitumen. Proses pemisahan bitumen dari asbuton dalam metode ini dilakukan melalui dua proses utama, yakni proses mixing dan digesting. Kedua proses ini dilakukan pada sebuah tangki berpengaduk disc turbine dan empat buah baffle. Proses

mixing preheating dilakukan dengan cara mengaduk asbuton dengan solar DEX yang memiliki perbandingan 40 : 60 terhadap massa total 1000 gram pada 1100 rpm dengan suhu 60, 70, 80, dan 90°C selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan proses digesting dengan mengaduk campuran DEX-asbuton dengan wetting agent, yang berupa larutan surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)- Na_2CO_3 sebesar 25% terhadap massa total campuran sebesar 1000 gram pada 1700 rpm dengan suhu 60, 70, 80, dan 90°C selama 30 menit. Konsentrasi larutan surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) yang akan digunakan sebesar 0.125%, 0.25% , 0.375% dan 0.5% (% massa) dan konsentrasi Na_2CO_3 sebesar 0.25%, 0.5%, 0.75% dan 1% (% massa). Produk proses digesting kemudian dipisahkan secara gravitasi dalam beaker glass dengan menambahkan air sehingga terbentuk tiga lapisan. Lapisan teratas yang merupakan larutan bitumen-solar, ditimbang berat dan diukur densitasnya untuk mengetahui persen (%) recovery yang diperoleh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa % *recovery* bitumen mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya temperatur dan meningkatnya konsentrasi Na_2CO_3 . Sedangkan % *recovery* bitumen mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan SDS hingga konsentrasi 0.375%, lalu mengalami penurunan pada konsentrasi SDS 0.5%. Hasil akhir yang diperoleh adalah % *recovery* bitumen yang tertinggi diperoleh sebesar 91.92% pada suhu 90°C dengan konsentrasi Na_2CO_3 1% dan konsentrasi surfaktan SDS 0.375%.

Kata kunci : *asbuton, air panas, proses pemasakan, DEX, surfaktan anionik, Na_2CO_3*

**BITUMEN SEPARATION PROCESS FROM ASBUTON
FEED IN HOT WATER PROCESS WITH ANIONIC
SURFACTANT SODIUM DODECYL SULFATE (SDS) AND
SODIUM CARBONATE (Na_2CO_3) ADDITION**

Name : 1. Afri Dwijatmiko (2313100009)
2. Aditya Akhmad Sony (2313100081)
Department : Chemical Engineering ITS
Adviser : 1. Dr.Ir.Susianto, DEA
2. Prof. Dr. Ir. Ali Altway, MSc.

ABSTRACT

Asbuton is natural asphalt which is contained in rock deposite in Buton island, Southeast Sulawesi. Asbuton can be utilized as alternative material for petroleum asphalt after bitumen can be separated from minerals which is contained in it. Bitumen separation process from asbuton in hot water media research had been done before, but bitumen taken was not quite maximum. The surface tension is an important parameter in the process of separation bitumen using hot water media beside viscosity of bitumen. To improve bitumen recovery, it is necessary to modify the surface properties of bitumen. Modification of the surface properties of bitumen by adding surfactant. For this research, the type of surfactant used is a surfactant Sodium Dodecyl Sulfate (SDS), which serves as a wetting agent to reduce the surface tension between the bitumen with mineral. The focus of this research is to study the effect of adding a wetting agent to the total amount of solution, the concentration of surfactant and the effect of temperature on percent (%) recovery of bitumen. The process of separating bitumen from asbuton in this method is done through two main processes, namely the process of mixing and digesting. Both of these processes are performed on a stirred disc turbine tank and four baffles. The process of mixing preheating is done by stirring the asbuton with solar DEX which has a ratio of 40 : 60 to

the total mass of 1000 gram at 1100 rpm with temperature 60, 70, 80, and 90°C for 30 minutes. Digesting process is then performed by stirring the mixture of DEX-asbuton with a wetting agent, which is a surfactant solution of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) - Na_2CO_3 by 25% of the total mass of the mixture of 1000 grams at 1700 rpm with a temperature of 60, 70, 80, and 90°C for 30 minutes. The concentration of the surfactant solution of Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) which will be used at 0.125%, 0.25%, 0.375% and 0.5% (% mass) and Na_2CO_3 concentration of 0.25%, 0.5%, 0.75% and 1% (% mass). The digesting process product is then separated by gravity in a beaker glass by adding water to form three layers. The top layer is a solution of bitumen-diesel, heavy weighed and measured density to determine the percent (%) *recovery* obtained. The results showed the highest % *recovery* of bitumen is 91.92% at temperature 90 °C with Na_2CO_3 concentration at 1% and 0.375% SDS concentration.

Keywords : *asbuton, hot water, digestion process, DEX, anionic surfactant, Na_2CO_3*

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur kami panjatkan ke hadirat Allah Yang Maha Kuasa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul: **“STUDI PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON MENGGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN SURFAKTAN *SODIUM DODECYL SULFATE* (SDS), DAN *SODIUM CARNOBATE* (Na_2CO_3)”**

Laporan Skripsi ini disusun untuk melengkapi persyaratan penelitian skripsi dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) pada bidang Studi S1 Teknik Kimia di Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Pada kesempatan ini dengan kerendahan hati kami menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Juwari, S.T., M.Eng., Ph.D. selaku Ketua Departemen Teknik Kimia FTI - ITS
2. Fadlilatul Taufany, S.T., Ph.D, selaku Sekretaris Departemen Teknik Kimia FTI-ITS
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ali Altway, M.S. selaku Kepala Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Teknik Kimia ITS sekaligus dosen pembimbing yang telah membimbing dan mendukung kami.
4. Bapak Dr. Ir. Susianto, DEA selaku dosen pembimbing kami dan yang telah membimbing dan mendukung kami sepenuhnya.
5. Bapak/Ibu dosen penguji.
6. Kedua orang tua kami dan keluarga yang telah banyak memberikan dukungan moral, spiritual, dan material tentunya.
7. Bapak dan Ibu Dosen pengajar serta seluruh karyawan Departemen Teknik Kimia.
8. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Kimia ITS angkatan 2013 ‘K53’ yang senantiasa memberikan support dalam pengerjaan laporan skripsi ini.

9. Rekan-rekan Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa atas segala cerita, diskusi dan sharing selama pengerjaan skripsi ini.

Kami menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu, kami menerima saran dan kritik untuk perbaikan proposal ini. Semoga penelitian ini dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi penulis dan pembacanya.

Surabaya, 20 Juli 2017

Penyusun

DAFTAR ISI

| | |
|---|-----|
| LEMBAR PENGESAHAN | |
| ABSTRAK | i |
| ABSTRACT | iii |
| KATA PENGANTAR..... | v |
| DAFTAR ISI | vii |
| DAFTAR TABEL | ix |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| BAB 1 PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 6 |
| 1.3 Lingkup Penelitian | 7 |
| 1.4 Tujuan Penelitian..... | 7 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 7 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA..... | 9 |
| 2.1 Aspal..... | 9 |
| 2.1.1 Aspal Secara Umum..... | 9 |
| 2.1.2 Aspal Batuan Buton (Asbuton) | 12 |
| 2.1.3 Karakteristik Asbuton | 14 |
| 2.1.4 Bitumen Aspal Buton | 16 |
| 2.2 Surfaktan | 19 |
| 2.2.1 Mekanisme Kerja Surfaktan..... | 24 |
| 2.2.2 <i>Critical Michele Concentration</i> (CMC) | 25 |
| 2.3 Solar | 26 |
| 2.4 <i>Sodium Carbonate</i> (Na_2CO_3) | 29 |
| 2.5 Metode Pemisahan Bitumen..... | 30 |
| 2.5.1 Metode Ekstraksi dengan Pelarut Organik | 30 |
| 2.5.2 <i>Hot Water Process</i> | 31 |
| 2.5.3 <i>Hot Water Process</i> pada <i>Athabasca Tar Sands</i> | 31 |
| 2.5.4 <i>Water Process</i> pada <i>Utah Tar Sands</i> | 32 |
| 2.5.5 Proses <i>Hot Water</i> untuk Asbuton dalam Tangki Berpengaduk | 34 |
| 2.6 <i>Mixing</i> dan Agitasi | 36 |
| 2.7 Penelitian–penelitian Pemisahan Bitumen yang Sudah Dilakukan | 36 |

| | |
|--|------|
| BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN | 43 |
| 3.1 Garis Besar Penelitian | 43 |
| 3.2 Langkah - Langkah Penelitian..... | 45 |
| 3.2.1 Tahap <i>Pre-Treatment</i> Asbuton..... | 45 |
| 3.2.2 Tahap <i>Pre-Mixing</i> | 45 |
| 3.2.3 Tahap Digesting | 46 |
| 3.2.4 Tahap Analisis Kadar Bitumen | 47 |
| 3.2.5 Analisis Data | 48 |
| 3.3 Bahan yang Digunakan | 48 |
| 3.4 Alat yang Digunakan..... | 49 |
| 3.4.1 Peralatan Proses Ekstraksi Bitumen menggunakan Trichloroethylene | 49 |
| 3.4.2 Peralatan Proses Pemasakan..... | 49 |
| 3.5 Variabel Penelitian | 49 |
| 3.5.1 Kondisi yang Ditetapkan | 49 |
| 3.5.2 Variabel Masukan | 50 |
| 3.5.3 Variabel Respon | 50 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 53 |
| 4.1 Pengaruh Temperatur terhadap perolehan % <i>Recovery</i> bitumen | 55 |
| 4.2 Pengaruh konsentrasi surfaktan SDS terhadap perolehan % <i>Recovery</i> Bitumen..... | 57 |
| 4.3 Pengaruh Konsentrasi Sodium Karbonat (Na_2CO_3) terhadap Perolehan % <i>Recovery</i> Bitumen | 60 |
| BAB 5 KESIMPULAN | 63 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | xiii |
| LAMPIRAN A | |
| LAMPIRAN B | |
| LAMPIRAN C | |
| LAMPIRAN D | |
| LAMPIRAN E | |
| LAMPIRAN F | |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---|----|
| Tabel 2.1 | Wilayah Persebaran Aspal Buton..... | 13 |
| Tabel 2.2 | Sifat Fisik Aspal Asbuton dari Kabungka dan Lawele | 14 |
| Tabel 2.3 | Komponen Kimia Aspal Kabungka dan Lawele | 15 |
| Tabel 2.4 | Komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele | 16 |
| Tabel 2.5 | Sifat – Sifat Senyawa Penyusun Bitumen Aspal Alam | 18 |
| Tabel 2.6 | Karakteristik Surfaktan <i>Sodium</i> <i>Dodecyl Benze Sulfonat</i> (LAS)..... | 23 |
| Tabel 2.7 | Klasifikasi Bitumen Berdasarkan Viskositas | 26 |
| Tabel 2.8 | Karakteristik Solar..... | 27 |
| Tabel 2.9 | Karakteristik <i>Natrium Hidroksida</i> (NaOH)..... | 29 |
| Tabel 2.10 | Penelitian – Penelitian Bitumen yang Sudah Dilakukan..... | 36 |
| Tabel 3.1 | Karakteristik Surfaktan <i>Sodium</i> <i>Dodecyl Sulfate</i> (SDS)..... | 50 |
| Tabel 3.2 | Karakteristik Natrium Karbonat (N_2CO_3) | 51 |

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-------------|---|----|
| Gambar 2.1 | Temperatur vs <i>Viscosity</i> pada Bitumen | 11 |
| Gambar 2.2 | Peta Sebaran Endapan Aspal di Pulau Buton | 12 |
| Gambar 2.3 | Struktur <i>Tar Sand</i> dengan Lapisan Air | 16 |
| Gambar 2.4 | Struktur <i>Tar Sand</i> Tanpa Lapisan Air | 17 |
| Gambar 2.5 | Bitumen dan Mineral Asbuton | 17 |
| Gambar 2.6 | Asbuton dengan Pembesaran 2000x menggunakan SEM | 18 |
| Gambar 2.7 | Representatif Struktur Keempat Senyawa Penyusun Bitumen | 19 |
| Gambar 2.8 | Gugus Hidrofilik dan Gugus Hidrofobik pada Surfaktan | 20 |
| Gambar 2.9 | Jenis – Jenis <i>Micelle</i> | 21 |
| Gambar 2.10 | Struktur Surfaktan <i>Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)</i> | 22 |
| Gambar 2.11 | Mekanisme Kerja Surfaktan (a) <i>roll up</i> dan (b) emulsifikasi | 24 |
| Gambar 2.12 | Grafik Pembentukan <i>Micelle</i> Pada Surfaktan ... | 25 |
| Gambar 2.13 | Grafik CMC SDS | 26 |
| Gambar 2.14 | Foto-foto <i>Oil sands</i> : (a) perilaku aspal kental dalam air dan (b) perilaku aspal viskositas rendah (aspal diencerkan dengan kerosene) di dalam air | 29 |
| Gambar 2.15 | Phase Pelepasan Bitumen | 31 |
| Gambar 2.16 | <i>Canadian Hot Water Process</i> | 32 |
| Gambar 2.17 | Skema Perbedaan Gaya Mekanik pada Bitumen dengan Kadar Tinggi dan Rendah | 33 |
| Gambar 2.18 | <i>Hot Water Process</i> untuk <i>Utah Sands</i> pada tahun 1978..... | 33 |

| | | |
|-------------|--|----|
| Gambar 2.19 | (a) Kondisi awal bitumen setelah penambahan DEX, (b) Kondisi bitumen setelah penambahan surfaktan, (c) Terbentuk droplet bitumen yang terlepas dari mineralnya dan Na_2CO_3 sebagai <i>sealing agent</i> | 35 |
| Gambar 3.1 | Langkah-langkah Penelitian | 44 |
| Gambar 3.2 | <i>Flowchart</i> Proses Digesting dan Analisa Data | 45 |
| Gambar 3.3 | Rangkaian Peralatan <i>Pre-mixing</i> dan <i>Digesting</i> | 46 |
| Gambar 4.1 | Pengaruh temperatur terhadap % <i>Recovery</i> bitumen pada konsentrasi surfaktan SDS 0.5% pada berbagai macam variasi konsentrasi Na_2CO_3 | 55 |
| Gambar 4.2 | Pengaruh temperatur terhadap viskositas DEX- asbuton pada perbandingan massa 60 : 40..... | 56 |
| Gambar 4.3 | Pengaruh konsentrasi surfaktan SDS terhadap perolehan % <i>recovery</i> bitumen pada temperatur 90°C dan berbagai konsentrasi Na_2CO_3 | 58 |
| Gambar 4.4 | Pengaruh Penambahan Sodium Karbonat (Na_2CO_3) terhadap Perolehan % <i>recovery</i> Bitumen pada konsentrasi SDS 0.375% massa dan berbagai variasi temperatur | 60 |
| Gambar 4.5 | Pengaruh Penambahan Sodium Karbonat (Na_2CO_3) terhadap Perolehan % <i>recovery</i> Bitumen Tanpa Penambahan Surfaktan SDS pada Suhu 90°C..... | 61 |

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Aspal merupakan campuran senyawa hidrokarbon yang terdiri atas senyawa *Saturates*, *Aspalthenes*, Resin, dan *Aromatic* (SARA). Berdasarkan sumbernya, aspal dapat dibagi menjadi dua. Aspal minyak yang diperoleh dari proses penyulingan minyak, dan aspal alam yaitu aspal yang terkandung dalam deposit batuan seperti Aspal Buton dan *tar sand*. Aspal yang umum digunakan untuk jalan merupakan campuran antara 95% agregat dan 5% bitumen sebagai perekat agregat. Viskositas alami dari bitumen membuat aspal memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi sehingga akan dapat menghasilkan suatu campuran yang memiliki ketahanan yang baik.(Eurobitume,2016)

Pada tahun 2016, kebutuhan aspal di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan ekonomi yang memerlukan dukungan kehandalan infrastruktur, seperti pembangunan jalan umum, jalan tol, bandara, dan infrastruktur lainnya. Dari estimasi kebutuhan aspal mencapai 1,5 juta ton pada tahun 2016, Pertamina kini memproduksi aspal sebanyak 650.000 ton per tahun atau 43% dari kebutuhan aspal nasional, sehingga untuk memenuhi kebutuhan tersebut dilakukan import aspal minyak dari Singapura (pu.go.id, 2016)

Aspal minyak hanya dapat diperoleh dari jenis-jenis crude tertentu terutama yang berasal dari Timur Tengah, karena aspal minyak diproduksi dari crude yang memiliki kandungan *asphaltenes* tinggi. Dengan semakin menurunnya kapasitas produksi minyak dunia maka ketersediaan aspal minyak menjadi semakin berkurang. Oleh karena itu, harus ada usaha alternatif lain untuk menutup defisit kebutuhan aspal nasional. Salah satu potensi sumber aspal yang berasal dari aspal alam adalah Asbuton. Hal ini didasarkan Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber aspal alam terbesar di dunia, yakni di Pulau Buton, Provinsi

Sulawesi Tenggara. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2006), total cadangan asbuton mencapai 677.247.000 ton dengan kadar rata-rata bitumen 25% maka setara dengan 170.000.000 ton aspal yang diproyeksi mampu memenuhi kebutuhan aspal nasional selama sekitar 140 tahun. Lokasi deposit Asbuton tersebar seluas 70.000 ha dari Teluk Sampolawa hingga Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km ditambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara dengan kadar aspal yang terkandung dalam Asbuton bervariasi, antara 20 – 30%. Ini merupakan kadar aspal yang cukup besar dibandingkan dengan kadar aspal alam negara-negara lain seperti Amerika (12 – 15%) dan Prancis (6 – 10%).

Penggunaan asbuton dinilai dapat meningkatkan daya tahan infrastruktur jalan di Indonesia, dilihat dari kualitasnya stabilitas pengerasan lebih tinggi jika dibandingkan aspal minyak, sehingga lebih tahan retak akibat cuaca maupun lingkungan hal tersebut dikarenakan nilai modulus resilien (M_R) asbuton 3750 MPa sedangkan aspal minyak 2500 MPa. Pengujian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum dituangkan dalam Sertifikasi Uji Kelayakan Teknis dari Pusat Penelitian Jalan Departemen Pekerjaan Umum No. 06.1.02.485701.33.11.002 dimana penggunaan asbuton dalam pembangunan dan pemeliharaan jalan dapat segera dilaksanakan. Oleh karena itu pemerintah mengeluarkan Permen No. 35 Tahun 2006 Tentang pemanfaatan asbuton

Namun sayangnya, pemanfaatan asbuton belum maksimal, terjadi pasang surut penggunaan Asbuton seiring dengan kebutuhan akan bahan aspal dan perkembangan teknologi. Asbuton pernah diproduksi mencapai 500.000 ton/tahun antara tahun 1970 hingga 1980. Setelah itu produksi Asbuton mengalami penurunan. Sedangkan pada tahun 1990an, Asbuton yang dihasilkan tidak optimal akibat penggunaan teknologi yang tidak tepat pada pengolahannya sehingga mengakibatkan ketidaksempurnaan pada hasil konstruksi jalan yang menggunakan asbuton sebagai bahan bakunya (Litbang Pekerjaan Umum, 2012).

Selama ini asbuton hanya dimanfaatkan sebagai bahan campuran aspal beton, dalam bentuk asbuton halus, mikro asbuton, asbuton butir, dan asbuton yang diekstrak sebagian. Untuk pemanfaatan bitumen dari asbuton sendiri masih belum banyak dilakukan dalam skala industri karena masih minimnya pengembangan asbuton ke arah sana.(Departmen Pekerjaan Umum,2006)

Penelitian tentang proses pemisahan bitumen dari Asbuton secara intensif sudah dilakukan sejak tahun 1997. Proses pemisahan bitumen dari Asbuton secara garis besar dapat dibedakan menjadi dua metode, yaitu metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik dan metode pemisahan dengan menggunakan media air panas. Metode ekstraksi dengan menggunakan pelarut organik atau hidrokarbon dan turunannya yang bersifat nonpolar. Penelitian dengan menggunakan metode ekstraksi dimulai oleh Aris (1997) dengan menggunakan pelarut karbon tetraklorida (CCl_4). Kemudian dilanjutkan dengan Gardiner (2000) yang menggunakan pelarut TCE (*trichloroethylene*) dan n-propil bromida. Purwono (2003) menggunakan metode ekstraksi dengan pelarut n-heksana. Tommy dan Nurcholis (2012) telah melakukan studi proses pemisahan bitumen dari Asbuton menggunakan pelarut Pertasol, tetapi Pertasol memiliki sifat volatilitas yang tinggi sehingga menyebabkan kehilangan pelarut yang sangat besar. Pada tahun 2013, Shidiq melakukan penelitian dengan menggunakan pelarut kerosin dengan hasil %recovery tertinggi sebesar 80,79%. Kemudian Zindy (2013) menggunakan pelarut solar dengan %recovery tertinggi sebesar 80,5%. Sarwono(2013) telah melakukan penelitian ekstraksi asbuton dengan metode asbuton emulsi menggunakan emulgator texapon ditinjau dari konsentrasi kerosin dan waktu mixing fase padat dengan hasil bahwa semakin lama waktu mixing fase padat maka persentase bitumen akan semakin meningkat. Berdasarkan hasil penelitian-penelitian di atas, diperoleh hasil bahwa dibutuhkan pelarut organik dalam jumlah besar untuk mendapatkan bitumen dari asbuton. Hal ini karena pelarut yang digunakan volatile

(losses) dan merupakan pelarut multikomponen (kerosin, solar) sehingga untuk memisahkan solvent dari bitumen membutuhkan energi yang besar dan kurang ekonomis. Oleh karena itu, pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan metode ekstraksi menggunakan pelarut organik kurang berhasil diterapkan dalam skala industri karena diperkirakan menelan biaya operasi yang cenderung tinggi.

Proses yang kedua yaitu metode pemisahan dengan menggunakan media air panas yang pertama kali dilakukan oleh Clark pada tahun 1920 untuk memisahkan bitumen pada *Athabasca oil sand*. Metode pemisahan dengan menggunakan media air panas merupakan pemisahan bitumen yang memanfaatkan air panas pada suhu sekitar 90°C dan NaOH sebagai pengaktif surfaktan alami untuk memisahkan bitumen dari *Athabasca oil sand*. Metode ini cukup efektif untuk memisahkan bitumen dari *oil sand* (Fuel Chemistry Division, 2014). Proses ini pada dasarnya bisa diaplikasikan untuk memisahkan bitumen dari asbuton, walaupun jenis pengotor yang terkandung dalam oil sand dan asbuton berbeda. Pengotor pada oil sand berupa silika (SiO_2) (Akinyemi, 2013), sedangkan Asbuton komponen utama mineralnya adalah CaCO_3 dengan komposisi diatas 80% (Departemen Pekerjaan Umum, 2006). Proses hot water pada prinsipnya dapat digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton karena air panas mampu menurunkan viskositas bitumen pada asbuton. Namun yang perlu diperhatikan proses air panas ini tidak dapat diaplikasikan langsung, karena CaCO_3 memiliki angka kelarutan yang lebih tinggi dibanding SiO_2 di dalam air sehingga perlu dilakukan modifikasi pada proses air panas. Beberapa modifikasi proses air panas yang dilakukan adalah dengan menambahkan diluent, surfaktan serta sealing agent. Surfaktan berfungsi sebagai pengemulsi antara bitumen, diluent dan air sehingga bitumen dapat terlepas dari mineralnya dengan bantuan proses mekanikal (pengadukan). Sedangkan sealing agent seperti Natrium Karbonat sebagai pengaktif surfaktan alami dari asbuton, serta sebagai

pemisah antara mineral dan bitumen agar tidak kembali berikatan (Dai, 1996).

Penelitian pemisahan bitumen menggunakan media air panas telah dilakukan di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, jurusan Teknik Kimia, ITS sejak tahun 2012. Qomary (2012) melakukan studi proses pemisahan bitumen dari Asbuton dengan proses hot water, pada penelitian ini kerosin digunakan sebagai penetrating agent. Kemudian penelitian dilanjutkan oleh Novitrie (2014) yang melakukan studi pemisahan bitumen dari Asbuton dengan menggunakan pelarut solar dan penambahan surfaktan dengan media air panas. Persen *recovery* yang diperoleh 81,09 % dengan perbandingan solar asbuton 50% : 50%. Yuda (2015) melakukan penelitian studi proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas dengan rasio solar : solar-asbuton dan surfaktan *Sodium Ligno Sulfonat* (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH). Persen *recovery* yang didapat 86,29 % dengan perbandingan solar : asbuton = 60 : 40, konsentrasi surfaktan SLS 0,05% dan konsentrasi NaOH 0,05%. Ahmed (2015) melakukan penelitian studi proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas dengan rasio solar : solar-asbuton dan surfaktan *Sodium Ligno Sulfonat* (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH). Persen *recovery* yang didapat 92 % dengan perbandingan solar : asbuton = 60 : 40, konsentrasi surfaktan SLS 0,5% dan konsentrasi NaOH 1%. Gissa (2016) melakukan penelitian tentang studi pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas dengan penambahan solar, surfaktan anionik, dan NaOH dengan hasil penelitian perolehan persen *recovery* tertinggi adalah 97% dengan NaOH 1%, surfaktan anionik yang digunakan *Linier Alkil benzene sulfonat* (LAS) sebesar 1,5%, dan rasio *wetting agent* (Rwa) sebesar 25%.

Problematika yang dihadapi pada metode media air panas dengan modifikasi untuk memisahkan bitumen dari asbuton adalah % *recovery* yang kurang sempurna. Perolehan persen *recovery* bitumen dipengaruhi oleh beberapa parameter antara lain viskositas, *interfacial tension*, *contact angle* dan *wettability*.

Pemilihan jenis surfaktan sebagai wetting agent merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam proses pemisahan bitumen dari Asbuton menggunakan media air panas. Selain itu parameter penting untuk meningkatkan % *Recovery* bitumen adalah sifat permukaan. Modifikasi sifat permukaan dilakukan dengan penambahan surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) sebagai *wetting agent* untuk menurunkan *interfacial tension* bitumen, surfaktan SDS dipilih karena memiliki nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) yang kecil yaitu 19.15 dimana semakin kecil nilai HLB, surfaktan lebih bersifat hidrofob sehingga lebih baik mengikat bitumen, dan Na_2CO_3 sebagai *sealing agent* untuk mengkondisikan pH dalam keadaan basa, dan berfungsi agar bitumen tidak terikat lagi ke mineralnya. Selain itu, penambahan Na_2CO_3 dapat memperkecil sudut kontak pada proses pemisahan bitumen, sehingga bitumen lebih mudah terlepas dari mineralnya (Liu, 2011).

Hingga saat ini pengaruh parameter-parameter proses (*interfacial tension*, *contact angle* dan *wettability*) terhadap mekanisme proses pemisahan bitumen dari Asbuton belum dipahami secara baik. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh surfaktan, penetrating agent dan natrium karbonat terhadap proses pemisahan bitumen dengan media air panas untuk dapat menjelaskan lebih baik mekanisme proses pemisahan bitumen tersebut, sehingga dapat dilakukan modifikasi proses untuk mendapatkan % *recovery* bitumen yang lebih tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan media air panas dan solar sebagai *penetrating agent* serta surfaktan anionik yaitu *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) sebagai *wetting agent* serta *Natrium Karbonat* (Na_2CO_3) sebagai *sealing agent* dengan pemilihan surfaktan SDS diduga dapat

membantu meningkatkan % *Recovery* bitumen melalui perannya dalam menurunkan viskositas bitumen yang terkandung pada asbuton.

1.3 Lingkup Penelitian

1. Sampel batuan Asbuton yang digunakan berasal dari daerah Kabungka, Sulawesi Tenggara.
2. Proses pemisahan bitumen dari batuan asbuton menggunakan tangki berpengaduk dengan dengan 4 *baffle* pada kecepatan 250 dan 1500 rpm menggunakan tipe impeler berupa *disc turbine* yang dioperasikan secara *batch*.
3. Proses yang digunakan adalah pemisahan bitumen menggunakan media air panas dengan solar sebagai *penetrating agent*, disertai penambahan *wetting agent* berupa surfaktan SDS dan *sealing agent* sodium karbonat (Na_2CO_3)

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh temperatur operasi terhadap perolehan % *Recovery* bitumen
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap perolehan % *Recovery* bitumen.
3. Mempelajari pengaruh konsentrasi Na_2CO_3 terhadap perolehan % *Recovery* bitumen.

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh konsentrasi surfaktan SDS, konsentrasi Na_2CO_3 , dan temperatur terhadap perolehan % *Recovery* bitumen pada proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas sehingga dapat menjadi sumber referensi pada aplikasi industri.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

2.1.1 Aspal Secara Umum

Aspal adalah campuran agregat, pengikat dan filler, yang digunakan untuk membangun jalan. Agregat yang digunakan untuk campuran aspal bisa berupa batu, pasir, kerikil atau slag yang hancur. Untuk mengikat agregat menjadi campuran kohesif yang digunakan pengikat. Paling umum, bitumen digunakan sebagai pengikat.

Bitumen merupakan hidrokarbon rantai panjang yang ditemukan dalam bentuk cairan sangat kental ataupun padatan pada suhu kamar (25°C), berwarna hitam, dan menunjukkan sifat *thermoplastic*, yakni menjadi encer ketika dipanaskan, namun kembali mengeras seiring dengan pendinginan. Bitumen tergolong perekat dan *waterproofing agent* yang baik, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap reaksi oksidasi. Walaupun demikian, bitumen mudah larut dalam berbagai pelarut organik seperti benzena, trikloroetana, dan karbon disulfida. *Specific heat* dari bitumen bervariasi antara 0,4 hingga 0,6 cal/goC pada suhu 0 – 300°C dengan nilai *thermal conductivity* sebesar 0,14 kcal/moC/h (*Institute of Petroleum*, 1984).

Bitumen terdiri atas berbagai senyawa dengan berat molekul yang bervariasi yang membentuk sistem koloid. Beberapa tipe senyawa yang terkandung di dalam bitumen antara lain:

- a. *Asphaltenes*, yakni kelompok senyawa berbentuk padatan yang berwarna hitam yang mengandung karbon dan hidrogen sebagai unsur utamanya, namun juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen.. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul yang besar, yakni sekitar 200-5000.
- b. Resin, yakni kelompok senyawa yang sebagian besar terdiri atas karbon dan hidrogen sebagai unsur utamanya, namun juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen dalam jumlah kecil. Kelompok senyawa ini bersifat *adhesive*, berbentuk

solid atau semi-solid, berwarna coklat tua, dan bersifat sangat polar. Berat molekul kelompok senyawa ini berkisar antara 900-1300.

- c. Siklik, merupakan kelompok senyawa yang berbentuk liquid kental yang menyusun sekitar 50% bitumen, tersusun atas karbon dan hidrogen sebagai unsur utama, serta sulfur, nitrogen, oksigen dalam jumlah kecil. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul antara 550-850.
- d. *Saturates*, merupakan kelompok senyawa yang berupa padatan atau cairan kental, dengan warna kuning hingga jernih. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul antara 500-800. Senyawa hidrokarbon yang masuk dalam kelompok ini bisa ditemukan dalam bentuk rantai lurus, bercabang, atau berupa alkil aromatik dengan rantai alkil yang panjang (*Institute of Petroleum*, 1984).

Bitumen ditemukan pada sejumlah deposit di permukaan bumi. Deposit ini terbentuk akibat adanya minyak bumi yang terdorong menembus kerak bumi. Komponen yang mudah menguap dari minyak bumi, seperti gasoline, kerosene menguap dan meninggalkan sejumlah deposit bitumen yang tercampur dengan mineral anorganik. Campuran bitumen-mineral anorganik inilah yang kemudian disebut sebagai aspal alam (*Institute of Petroleum*, 1984).

Secara umum aspal dibagi menjadi dua kelompok yaitu aspal alam dan aspal minyak.

- a. Aspal Alam

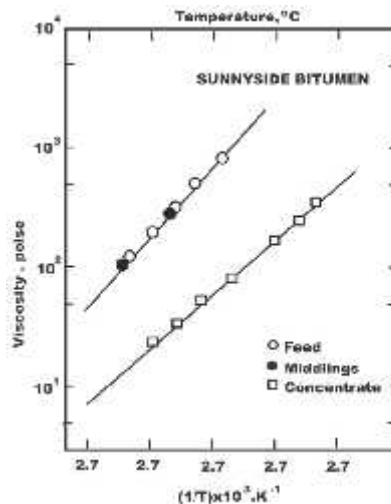
Aspal ini langsung terdapat di alam, memperolehnya tanpa proses pemasakan. Di Indonesia jenis aspal ini terdapat di Pulau Buton yang diistilahkan sebagai Asbuton (Aspal Batuan Buton). Aspal ini merupakan campuran antara bitumen dan mineral dari ukuran debu sampai ukuran pasir yang sebagian besar merupakan mineral kapur. Sifat mekanis Asbuton menunjukkan pada temperatur $<30^{\circ}\text{C}$ rapuh dipukul pecah, pada temperatur 30°C - 60°C menjadi plastis dan apabila dipukul akan menjadi lempeng

(pipih), selanjutnya pada temperatur 100 °C -150 °C akan menjadi cair (Departemen P.U ,2006).

b. Aspal Minyak

Aspal minyak dihasilkan dari hasil terakhir penyaringan minyak tanah kasar (*crude oil*) sehingga merupakan bagian terberat dari minyak tanah kasar dan terkental. Oleh karena itu untuk memperoleh aspal dengan mutu baik dipilih bahan baku minyak bumi dengan kadar parafin rendah.

Teknologi pemisahan bitumen dari aspal banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Aplikasi teknologi yang digunakan ini terutama tergantung dari komposisi aspal alam. Kebutuhan data tentang viskositas bitumen diperlukan untuk menangani sifat yang sangat kental dari aspal alam. Seperti disebutkan di atas, bitumen adalah cairan dengan viskositas tinggi. **Gambar 2.1** menjelaskan viskositas aspal ini menurun sebagai fungsi meningkatnya suhu.



Gambar 2.1. Temperatur Vs Viscosity pada bitumen

2.1.2 Aspal Batuan Buton (Asbuton)

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang berpori.

Berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006), Asbuton (Aspal Batu Buton) yang ditemukan kira-kira 70 tahun yang lalu merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia. Deposit asbuton tersebar dari Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 20 km di tambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah Kabupaten Muna. Dari eksplorasi yang dilakukan *Alberta Research Council* di daerah Lawele tahun 1989 pada 132 titik pengeboran diperoleh hasil bahwa ketebalan asbuton berkisar antara 9 meter sampai 45 meter atau ketebalan rata-rata 29,88 meter dengan tebal tanah penutup 0 – 17 meter pada luas daerah pengaruh asbuton 1.527.343,5 m²



Gambar 2.2 Peta Sebaran Endapan Aspal di Pulau Buton

Data tersebut ditunjang pengkajian lanjutan yang dilakukan oleh KPN Bhumi Dharma, Bidang wilayah pertambangan dan energi propinsi Sulawesi Tenggara (1997) serta data satelit (Kurniadji, 2003), memperlihatkan cadangan aspal alam total adalah sekitar 677,247 juta ton yang tersebar di wilayah Waesiu 0,100 juta ton, Kabungka 60 juta ton, Winto 3,2 juta ton, Winil 0,600 juta ton, Lawele 210,283 juta ton, Siantopina 181,25 juta ton, Ulala 47,089 juta ton, Enreko 174,725 juta ton. Data tersebut menunjukkan perkiraan cadangan Asbuton terbesar

ternyata terdapat di wilayah Lawele yang sebagian besar mempunyai kadar aspal di atas 25% aspal alam dengan lokasi dan jumlah dugaan cadangan.

Berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006), hanya lokasi penambangan Kabungka saja yang telah ditambang dan dimanfaatkan, daerah lokasi penambangan lainnya seperti daerah Lawele, baru dalam tahap eksplorasi dan sedikit pemanfaatan.

Tabel 2.1 Wilayah Persebaran Aspal Buton

| No. | Lokasi | Kadar bitumen (%) | Cadangan (ton) | Catatan |
|-----|----------|-------------------|----------------|---------------------------------|
| 1. | Waisiu | Sampai 48 | 100.000 | <i>Hetzel, 1926</i> |
| 2. | Kabungka | 12 – 30 | 60.000.000 | <i>McNamara, 1980</i> |
| 3. | Winto | 6,9 – 11,3 | 3.200.000 | <i>Hetzel, 1926</i> |
| 4. | Wariti | 20 – 30 | 600.000 | <i>Hetzel, 1926</i> |
| 5. | Lawele | 17 – 40 | 210.283.000 | <i>Pacific Consultant, 1980</i> |

Asbuton yang terdapat di Pulau Buton, memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung di daerah mana Asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini dikenal ada dua daerah penambangan Asbuton yang banyak dimanfaatkan hasilnya, yaitu di daerah Kabungka dan Lawele. Sifat dari kedua Asbuton tersebut berbeda, khususnya kandungan bitumennya. Kandungan bitumen atau aspal murni dari daerah Lawele sekitar 30-35% dan banyak mengandung silikat, sedangkan Kabungka 20-25% dan banyak mengandung kalsium karbonat.

Menurut Rumanto (1989), asbuton terbentuk akibat dari proses destilasi alam yang melalui batuan kapur, maka asbuton tersusun dari bitumen (aspal murni/*asphaltene*) dengan mineral yang tercampur secara alami, dimana mineral-mineral itu sebagian besar terdiri dari kapur yang mengakibatkan asbuton bersifat higroskopis dan membawa dampak kurang baik terhadap

konstruksi jalan (dimana kandungan air maksimum 10% dalam konstruksi jalan)

Penggunaan asbuton adalah sebagai berikut :

1. Untuk campuran aspal panas dan aspal hangat yaitu menggunakan asbuton butir.
2. Untuk campuran aspal dingin dengan asbuton butir dan aspal emulsi.
3. Untuk *asbuton tile*.
4. Untuk melapisi bendungan agar kedap air.
5. Sebagai *block asbuton* untuk trotoar dan lain-lain.
6. Cocok digunakan untuk konstruksi berat.

2.1.3 Karakteristik Asbuton

Asbuton memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung dari daerah mana asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini dikenal ada dua daerah penambangan asbuton yang banyak dimanfaatkan hasilnya, yaitu di daerah kabungka dan lawele. Menurut Afandi, perbedaan ini disebabkan oleh sifat bitumen yang ada didalamnya, dimana bitumen pada deposit Kabungka mempunyai nilai penetrasi yang keras < 10 dmm dibanding dengan aspal yang berasal dari Lawele dengan nilai penetrasi bisa mencapai 30 dmm bahkan lebih. Sifat yang dimiliki dari kedua asbuton tersebut berbeda.

Berikut hasil pengujian fisik dan analisis kimia dari mineral dan bitumen Asbuton hasil ekstraksi, dari deposit di lokasi Kabungka dan Lawele berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006)

Tabel 2.2 Sifat Fisik Aspal Asbuton dari Kabungka dan Lawele

| Jenis Pengujian | Hasil Pengujian | |
|--|-----------------|--------|
| | Kabungka | Lawele |
| Kadar aspal, % | 20 | 30,08 |
| Penetrasi, 25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik, mm | 0,4 | 0,36 |
| Titik Lunak (<i>Softening point</i>), ⁰ C | 101 | 59 |
| Kelenturan, 25 ⁰ C, 5 cm/menit, cm | <140 | >140 |

| | | |
|---------------------------------------|-------|-------|
| Kelarutan dalam C_2HCl_3 , % | - | 99,6 |
| Titik nyala, $^{\circ}C$ | - | 198 |
| Berat jenis, kg/m^3 | 1,046 | 1,037 |
| Penetrasi setelah TFOT, % | - | 94 |
| Titik Lunak setelah TFOT, $^{\circ}C$ | - | 62 |
| Kelenturan setelah TFOT, cm | - | >140 |

Tabel 2.3 Komponen Kimia Aspal Kabungka dan Lawele

| Komponen Kimia | Lawele | Kabungka |
|----------------------------------|---------------|-----------------|
| Nitrogen (N), % | 30.08 | 29,04 |
| <i>Acidaffins</i> (A_1), % | 6.6 | 9.33 |
| <i>Acidaffins</i> (A_2), % | 8.43 | 12.98 |
| <i>Paraffine</i> (P), % | 8.96 | 11.23 |
| Parameter <i>Maltene</i> , % | 2.06 | 1.5 |
| Nitrogen/ <i>Paraffine</i> , N/P | 3.28 | 2.41 |
| Kandungan <i>Asphaltene</i> , % | 46.92 | 39.45 |

Dilihat dari komposisi kimianya, aspal Asbuton dari kedua daerah deposit memiliki senyawa nitrogen yang tinggi dan paramater malten yang baik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa Asbuton memiliki pelekatan yang baik dengan agregat dan keawetan yang cukup lama. Mineral Asbuton didominasi oleh “*Globigerines limestone*” yaitu batu kapur yang sangat halus yang terbentuk dari jasad renik binatang purba foraminifera mikro yang mempunyai sifat sangat halus, relatif keras berkadar kalsium tinggi dan baik sebagai filler pada campuran beraspal. Hasil pengujian analisis kimia mineral Asbuton hasil ekstraksi, dari lokasi Kabungka dan Lawele diperlihatkan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele

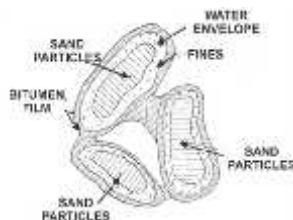
| Senyawa | Hasil pengujian | |
|---|-----------------|------------|
| | Kabungka (%) | Lawele (%) |
| Na ₂ CO ₃ | 86,66 | 72,9 |
| MgCO ₃ | 1,43 | 1,28 |
| CaSO ₄ | 1,11 | 1,94 |
| CaS | 0,36 | 0,52 |
| H ₂ O | 0,99 | 2,94 |
| SiO ₂ | 5,64 | 17,06 |
| Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃ | 1,52 | 2,31 |
| Residu | 0,96 | 1,05 |

Asbuton memiliki dua jenis unsur utama yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Pengertian aspal menurut *American Society for Testing and Materials* (ASTM) adalah suatu material yang berwarna coklat tua sampai hitam, padat atau semi padat yang terdiri dari bitumen – bitumen yang terdapat di alam atau diperoleh dari residu minyak bumi. Sedangkan bitumen menurut ASTM adalah campuran hidrokarbon yang berasal dari alam, yang bercampur dengan turunan – turunan non logam seperti gas, *liquid*, semi padatan atau padatan yang larut dalam karbon disulfid. Secara umum aspal dibagi menjadi dua kelompok yaitu aspal alam dan aspal buatan.

2.1.4 Bitumen Aspal Buton

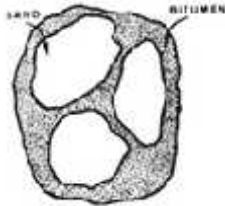
Berdasarkan strukturnya *tar/oil sand* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

1. Bitumen dan mineral dipisahkan oleh lapisan air.

**Gambar 2.3** Struktur *Tar Sand* dengan Lapisan Air

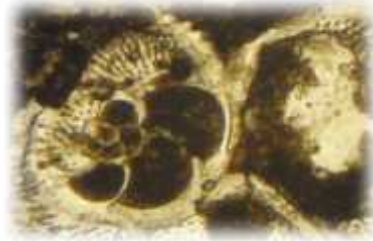
Terdapat lapisan air sehingga bitumen tidak terikat langsung dengan mineral/*sand*.

2. Bitumen langsung terikat dengan mineral.

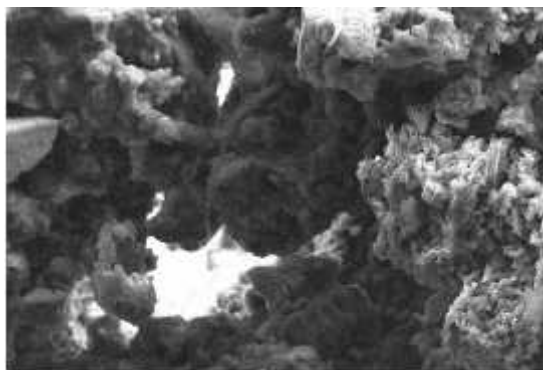


Gambar 2.4 Struktur *Tar Sand* tanpa Lapisan Air

Bitumen yang terdapat pada Aspal Buton pada dasarnya disusun dari 4 komponen utama yaitu hidrokarbon jenuh, aromatik, resin, dan aspal murni (*asphaltenes*). Masing – masing komponen memiliki struktur dan komposisi kimia yang berbeda, dan menentukan sifat rheologi dari bitumen. Bitumen merupakan senyawa yang kompleks utamanya yang disusun oleh hidrokarbon dan atom – atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil, juga beberapa logam seperti *Vanadium*, Ni, Fe, Ca, dalam bentuk garam organik dan oksidanya. (*Institute of Petroleum*, 1984).



Gambar 2.5 Bitumen dan mineral Asbuton



Gambar 2.6 Asbuton dengan pembesaran 2000x menggunakan SEM

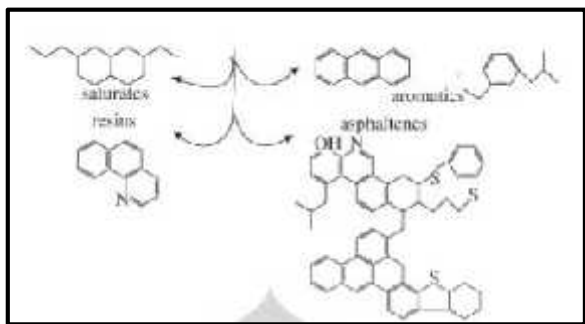
Asphaltenes dan resin yang bersifat polar dapat bercampur membentuk koloid dan menyebar dalam aromatik dan hidokarbon jenuh. Dengan demikian, maka bitumen adalah suatu campuran cairan kental senyawa organik, berwarna hitam, lengket, larut dalam *carbon disulfide*, dan disusun utamanya oleh *polycyclic aromatic hydrocarbons*. (Nuryanto, 2009)

Tabel 2.5 Sifat – Sifat Senyawa Penyusun Bitumen Aspal Alam

| <i>Asphaltene</i> | Resin | Aromatik | Hidrokarbon Jenuh |
|---|--|--|--|
| Sangat polar Aromatik kompleks Berat molekul 1000-100000 Semakin tinggi <i>asphaltenes</i> , maka bitumen | Memiliki sifat rekat yang kuat Berat molekul 500-50000 Sebagai dispersing <i>agent</i> atau <i>peptizer</i> dari | Bersifat non-polar Berat molekul 300-2000 Merupakan 40-65% dari total bitumen Berwarna coklat tua |) Terdiri dari campuran hidrokarbon lurus, bercabang, <i>alkyl naphtene</i> dan aromatik) Bersifat non-polar |

| | | | |
|---|--|------------------------|--|
| semakin keras, kental, tinggi titik lembeknya, dan semakin rendah harga penetrasinya Berwarna hitam/coklat | <i>asphaltenes</i> Tersusun oleh C dan H dan sedikit O, S, dan N Berwarna coklat tua Berwujud solid atau semi solid | Berwujud cairan kental |) Berat molekul 300-2000) Merupakan 5-20% dari total bitumen) Berwujud cairan kental |
|---|--|------------------------|--|

Berikut ini gambar struktur 4 komponen tersebut :

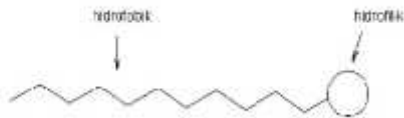


Gambar 2.7 Representatif Struktur Keempat Senyawa Penyusun Bitumen

2.2 Surfaktan

Surfaktan (*surface active agent*) merupakan suatu zat yang memiliki kemampuan menurunkan tegangan permukaan (*interfacial tension*). Salah satu sebabnya adalah karena surfaktan memiliki gugus hidrofilik (bagian polar) di satu sisi dan hidrofobik (non-polar) di sisi yang lain. Bagian polar surfaktan dapat bermuatan *positive*, *negative* atau *netral*. Pada sebagian besar

surfaktan, bagian hidrofobiknya berupa rantai hidrokarbon yang memiliki panjang rantai 12 hingga 18 atom karbon dan disebut juga sebagai ekor, sementara bagian yang polar disebut sebagai kepala. (Cullum,1994)



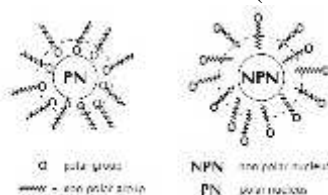
Gambar 2.8 Gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik pada surfaktan

Surfaktan (*surfactant = surfactive active agent*) adalah zat seperti detergent yang ditambahkan pada cairan untuk meningkatkan sifat penyebaran atau pembasahan dengan menurunkan tegangan permukaan cairan khususnya air. Gugus hidrofobik merupakan gugus yang sedikit tertarik/menolak air sedangkan gugus hidrofilik tertarik kuat pada molekul air. Struktur ini disebut juga dengan struktur *amphipatic*. Adanya dua gugus ini menyebabkan penurunan tegangan muka dipermukaan cairan. Gugus hidrofilik pada surfaktan bersifat polar dan mudah bersenyawa dengan air, sedangkan gugus lipofilik atau hidrofob bersifat non polar dan mudah bersenyawa dengan minyak. Sifat hidrofob dan hidrofil dari surfaktan dapat dilihat dari nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) dari surfaktan tersebut, semakin tinggi nilai HLB suatu surfaktan akan lebih bersifat hidrofil sedangkan semakin rendah nilai HLB suatu surfaktan akan lebih bersifat hidrofob. Menurut Akzonobel Surface Chemistry LLC (2011), Untuk surfaktan ionik, nilai HLB dari masing-masing molekul surfaktan dapat dihitung menggunakan rumus Davies. Menurut rumus ini nilai HLB diperoleh dengan menjumlahkan kontribusi hidrofilik atau hidrofobik yang diberikan oleh komponen struktural dari surfaktan.

Di dalam molekul surfaktan, salah satu gugus harus lebih dominan jumlahnya. Bila gugus polarnya yang lebih dominan,

maka molekul-molekul surfaktan tersebut akan diabsorpsi lebih kuat oleh air dibandingkan dengan minyak. Akibatnya tegangan permukaan air menjadi lebih rendah sehingga mudah menyebar dan menjadi fase kontinu. Demikian pula sebaliknya, bila gugus non polarnya lebih dominan, maka molekul molekul surfaktan tersebut akan diabsorpsi lebih kuat oleh minyak dibandingkan dengan air. Akibatnya tegangan permukaan minyak menjadi lebih rendah sehingga mudah menyebar dan menjadi fase kontinu (Nurdiyanto, 2013)

Penambahan surfaktan dalam larutan akan menyebabkan turunnya tegangan permukaan larutan. Setelah mencapai konsentrasi tertentu, tegangan permukaan akan konstan walaupun konsentrasi surfaktan ditingkatkan. Bila surfaktan ditambahkan melebihi konsentrasi ini maka surfaktan mengagregasi membentuk misel. Konsentrasi terbentuknya misel ini disebut *Critical Micelle Concentration* (CMC). Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai. Setelah CMC tercapai, tegangan permukaan akan konstan yang menunjukkan bahwa antar muka menjadi jenuh dan terbentuk *micelle* yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan monomernya *Micelle* tersebut adalah pengumpulan atau agregasi molekul – molekul surfaktan. (Genaro, 1990)



Gambar 2.9 Jenis – jenis *micelle*

Dalam pemisahan bitumen, bitumen memiliki gugus polar sehingga surfaktan akan membentuk *micelle* dengan gugus hidrofilik surfaktan mengikat bitumen tersebut , sehingga bitumen dapat terlepas dari mineralnya. Sedangkan gugus hidrofobik surfaktan akan mengikat senyawa non polar sehingga bitumen dan senyawa non polar tersebut akan larut.

Klasifikasi surfaktan berdasarkan sifat dari gugus hidrofiliknya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Surfaktan anionik

Surfaktan ini bagian hidrofiliknya bermuatan negatif. Surfaktan jenis ini banyak digunakan pada industri laundry dan juga efektif dimanfaatkan dalam proses perbaikan atau perawatan tanah yang tercemar minyak dan senyawa hidrofobik lainnya. Surfaktan ini dapat bereaksi dalam air cucian dengan ion air sadah bermuatan positif seperti kalsium dan magnesium. Reaksi ini menyebabkan deaktivasi parsial pada surfaktan. Semakin banyak ion kalsium atau magnesium di dalam air maka makin banyak pula surfaktan anionik yang akan dideaktivasi. Surfaktan anionik yang banyak digunakan adalah senyawa misalnya sabun, RCOO^- ; alkil sulfat, RSO_3^- .

Salah satu contoh surfaktan anionik adalah *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS)



Gambar 2.10 Struktur Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS)

Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) atau *Sodium Lauryl Sulfate* (SLS) adalah surfaktan anionik alami yang biasanya berasal dari kelapa atau minyak sawit. Biasanya terdiri dari campuran Sodium Alkil Sulfat, terutama *lauryl*. SDS dapat menurunkan tegangan permukaan dan umumnya digunakan sebagai pembasah, foaming, emulgator dalam pembuatan detergen. SDS disintesis dengan mereaksikan alkohol *lauryl* dengan asam sulfat untuk menghasilkan *hydrogen lauryl sulfate* yang kemudian dinetralkan dengan penambahan sodium karbonat.

Tabel 2.6 Karakteristik Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS)

| No | Karakteristik | Nilai |
|----|--------------------------------|--|
| 1 | Rumus Molekul | $C_{12}H_{25}SO_4Na$ |
| 2 | Wujud | Berbentuk butiran, bubuk warna putih hingga kuning pucat |
| 3 | Berat molekul | 288,38 g/mol |
| 4 | Titik Leleh | 206 °C |
| 5 | <i>Spesific Gravity</i> | 1,05 g/cm ³ |
| 6 | Kelarutan dalam air (20-25 °C) | 150 g/L |
| 7 | pH | 9-10 |

2. Surfaktan kationik

Surfaktan yang bagian hidrofiliknya bermuatan positif. Penggunaan utamanya adalah pada produk-produk laundry sebagai pelembut. surfaktan kationik, misalnya garam alkil trimetil ammonium $RN^+(CH_3)_3$; garam alkil trimetil benzil ammonium $RN^+(CH_3)_2CH_2C_6H_5$.

3. Surfaktan non ionik

Surfaktan yang bagian hidrofiliknya tidak bermuatan. Berikut merupakan surfaktan nonionik, asil dietanolamida, $RCON(C_2H_4OH)_2$; *etoxylated fatty alcohol*, $R(OC_2H_4)_nOH$.

4. Surfaktan amfoter

Surfaktan yang bagian hidrofiliknya bermuatan positif dan negatif. Ia dapat berupa anionik, kationik atau nonionik dalam suatu larutan tergantung pada pH air yang digunakan. Surfaktan amfoter, misalnya alkil amino propionat, $RNH_2^+(CH_2)_2COO^-$; alkil betain, $RN^+(CH_3)_2CH_2COO^-$ (Cullum, 1994).

2.2.1 Mekanisme Kerja Surfaktan

Pada aplikasinya sebagai bahan pembersih untuk material kain, tanah dan sejenisnya, surfaktan dapat bekerja melalui tiga cara yang berbeda, yakni *roll up*, emulsifikasi dan solubilisasi.

1. *Roll up*

Pada mekanisme ini, surfaktan bekerja dengan menurunkan *interfacial tension* antara minyak dengan kain atau material lain yang terjadi dalam larutan berair.

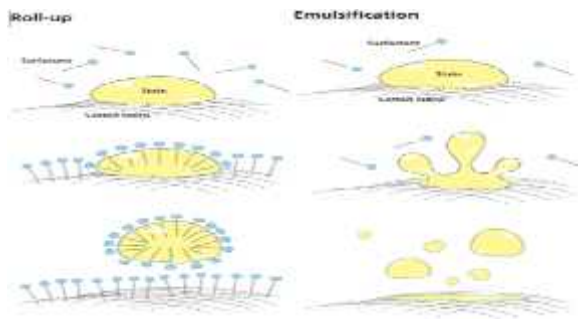
2. Emulsifikasi

Pada mekanisme ini surfaktan menurunkan *interfacial tension* minyak-larutan dan menyebabkan proses emulsifikasi terjadi.

3. Solubilisasi

Melalui interaksi dengan *micelle* dari surfaktan dalam air (pelarut), senyawa secara simultan terlarut dan membentuk larutan yang stabil dan jernih.

Mekanismenya *roll up* dan emulsifikasi terdapat pada Gambar 2.11:



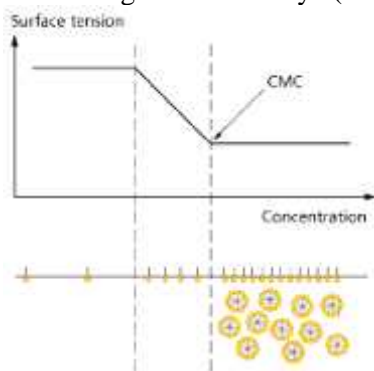
Gambar 2.11 Mekanisme kerja surfaktan (a) *roll up* dan (b) emulsifikasi

Surfaktan memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu :

- Menurunkan tegangan permukaan
- Meningkatkan kelarutan suatu zat
- Sebagai pembasah
- Sebagai *emulgator*
- Sebagai *foaming – antifoaming agent*

2.2.2 Critical Micelle Concentration (CMC)

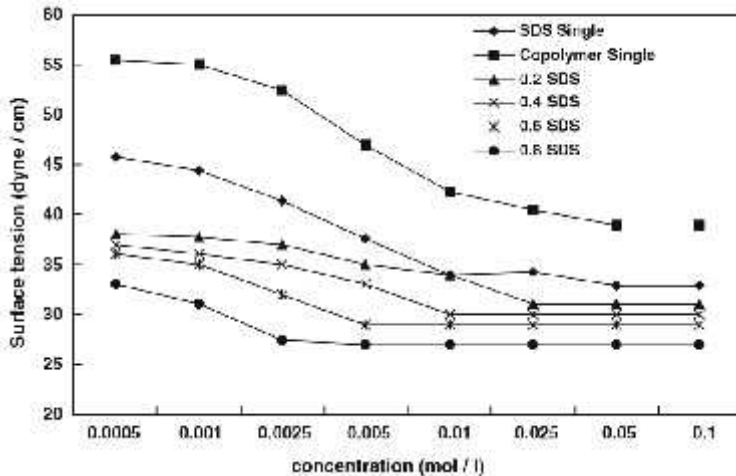
Dalam fungsinya sebagai bahan untuk menurunkan tegangan permukaan, penambahan surfaktan akan semakin efektif jika penggunaan larutan surfaktan dibatasi. Pemekatan larutan surfaktan justru dapat membuat % *recovery* bitumen menurun. Hal tersebut diakibatkan Karena konsentrasi surfaktan SDS telah melewati titik CMC (*Critical Micelle Concentration*) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.12**. Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai dan setelah CMC tercapai, tegangan permukaan akan stabil yang menunjukkan bahwa antar muka menjadi jenuh karena terbentuk *micelle* yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan monomernya (Genaro, 1990).



(www.chemistryworld.com, 2003)

Gambar 2.12 Grafik Pembentukan *Micelle* Pada Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) memiliki nilai CMC pada konsentrasi SDS 0.01 mol/liter seperti yang disajikan dalam

Gambar 2.13. Hal tersebut berarti bahwa penggunaan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) di atas konsentrasi tersebut sudah tidak efektif untuk menurunkan tegangan permukaan bitumen. Sehingga % *recovery* bitumen yang dihasilkan cenderung konstan atau bahkan menurun.



Gambar 2.13 Grafik CMC SDS

(Azzam, 2007)

2.3 Solar

Berdasarkan penelitian Siswoshoebroto (2005) viskositas bitumen pada asbuton adalah 15,4 Pa.s. Sedangkan menurut Hupka (1984) bitumen dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas berdasarkan viskositasnya.

Tabel 2.7. Klasifikasi bitumen berdasarkan viskositas

| Kelas | Karakter Bitumen | Viskositas Bitumen pada 50°C (Pa.s) | Proses |
|-------|------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| I | <i>Light</i> | <1,5 | Tidak membutuhkan <i>diluent</i> |

| | | | |
|-----|-------------------|-------------|--|
| II | <i>Moderate</i> | $0,5-10^2$ | Penambahan <i>diluent</i> secara <i>optional</i> |
| III | <i>Heavy</i> | 10^2-10^8 | Perlu penambahan <i>diluent</i> |
| IV | <i>Very heavy</i> | $>10^8$ | Bitumen tidak dapat menggunakan <i>Hot Water Process</i> untuk pemisahan |

Berdasarkan klasifikasi tersebut maka penambahan diluent dibutuhkan untuk pemisahan bitumen dari Asbuton. *Diluent* adalah bahan yang digunakan sebagai penurun viskositas. Salah satu parameter penting pada pemilihan *diluent* yaitu viskositas dari *diluent* tersebut. Solar memiliki viskositas rendah sebesar 2×10^{-3} - 5×10^{-3} Pa.s, sehingga dipilih sebagai diluent. Solar merupakan bahan bakar berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Pada distilasi bertingkat, minyak bumi memiliki titik didih antara 250 °C dan 300 °C dengan rantai karbon dari C₁₄ sampai C₁₈. Kualitas solar umumnya dinyatakan dengan bilangan *cetana* yaitu tolak ukur kemudahan menyala atau terbakarnya suatu bahan bakar di dalam mesin diesel (Fery Hariyanto, 2013).

Berdasarkan data dari Pertamina (2008) berikut adalah karakteristik solar :

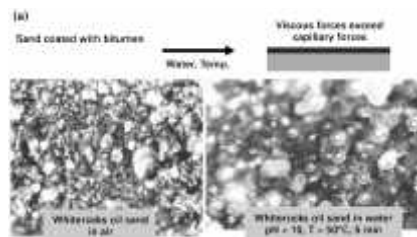
Tabel 2.8 Karakteristik Solar

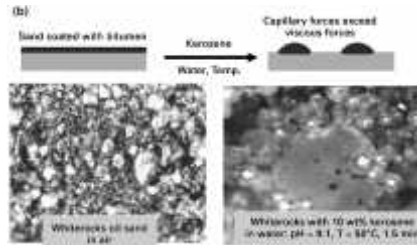
| No | Karakteristik | Satuan | Batasan | |
|----|-------------------------|-------------------|--------------------|--------------------|
| | | | Min | Max |
| 1 | Bilangan Cetana | | 45 | 48 |
| 2 | Berat Jenis | kg/m ³ | 815 | 870 |
| 3 | Viskositas (suhu 40 °C) | Pa.s | 2×10^{-3} | 5×10^{-3} |
| 4 | Kandungan sulfur | %m/m | | 0.35 |
| 5 | Titik nyala | °C | 60 | |
| 6 | Titik tuang | °C | | 18 |
| 7 | Kandungan air | mg/kg | | 500 |
| 8 | Residu karbon | %m/m | | 0.1 |
| 9 | Kandungan abu | %v/v | | 0.01 |

Manfaat solar yaitu digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin diesel, bahan baku pembuatan bensin melalui proses *cracking*, pembuatan minyak oplosan untuk bahan bakar kapal dengan cara dicampur dengan kerosin dan sebagai pelarut aspal keras (aspal minyak) sehingga menghasilkan aspal cair SC (*Slow Curing*) yang memiliki viskositas tinggi dan lebih kuat ikatannya sehingga dapat digunakan pada jalan yang memiliki lalu lintas tinggi dan kondisi cuaca yang panas. Solar memiliki nilai yang lebih ekonomis dan mudah diperoleh daripada kerosin sehingga juga dapat digunakan sebagai pelarut aspal.

Perilaku penambahan solar dalam proses pemisahan ini bisa didekati dengan fenomena penambahan kerosene pada suhu tertentu dan pH tertentu pada Gambar 2.12. Gambar kiri di kedua (a) dan (b) adalah sama dan mewakili sampel *White Rocks oil sand* di udara. Gambar kanan pada (a) dan (b) adalah sampel *White Rocks oil sands* tenggelam dalam fase air. Pelarut kimia dan suhu yang ditentukan dalam foto tersebut. Sampel dalam (a) adalah bahan baku *Whiterocks oils sand*, sedangkan sampel (b) diencerkan dengan minyak tanah sebelum tenggelam ke dalam fase air.

Percobaan sederhana dilakukan dan diilustrasikan oleh gambar pada Gambar.2.12 menunjukkan pentingnya pengurangan viskositas aspal untuk keberhasilan pengolahan pasir minyak. Hal ini juga memberikan petunjuk penting mengapa pretreatment pasir minyak dengan pelarut seperti minyak tanah merupakan syarat dalam pasir minyak teknologi pengolahan air berbasis dikembangkan untuk pasir minyak AS (J. Drelich,2008). Hal ini juga menunjukkan pentingnya penambahan solar pada percobaan ini





Gambar 2.14 Foto-foto *oil sands*: (a) perilaku aspal kental dalam air dan (b) perilaku aspal viskositas rendah (aspal diencerkan dengan kerosin) di dalam air (J Drelich,2008)

2.4 Sodium Carbonate (Na_2CO_3)

Sodium Carbonate (Na_2CO_3) merupakan senyawa anorganik yang tergolong dalam garam yang berasal dari senyawa basa kuat NaOH dan asam lemah H_2CO_3 . Na_2CO_3 ditemukan dalam fase padat pada suhu kamar (25°C) dengan solid putih. Na_2CO_3 larut dalam air dan tidak larutan dalam alkohol. Dalam proses pemisahan bitumen, *Sodium Carbonate* (Na_2CO_3) berfungsi sebagai *sealing agent* bitumen agar tidak terikat kembali dengan mineral.

Tabel 2.9 Karakteristik *Sodium Carbonate*

| No | Karakteristik | Satuan | Nilai |
|----|--|-------------------|--------------------------|
| 1 | Rumus Molekul | | Na_2CO_3 |
| 2 | Wujud | | Solid putih |
| 3 | Berat molekul | g/mol | 106 |
| 4 | pH (Larutan 1% wt) | | 11,3 – 11,7 |
| 5 | Titik didih | $^\circ\text{C}$ | Mengurai |
| 6 | Titik Leleh | $^\circ\text{C}$ | 851 |
| 7 | <i>Density</i> | g/cm^3 | 2,5 |
| 8 | Kelarutan dalam air (25°C) | g/100 mL | 30,07 |

Na_2CO_3 sendiri dapat sedikit meningkatkan hidrofilisitas dari bitumen. Sehingga bitumen menjadi lebih hidrofilik, sehingga Na_2CO_3 juga menjadi agen pembasah (*wetting agent*). *Wetting agent* adalah salah satu jenis bahan tambahan yang berfungsi sebagai zat pendispersi dan mengurangi tegangan permukaan cairan, dimana terjadi pencampuran partikel padat ke dalam zat pembawa yaitu pembasahan partikel padat untuk mendapatkan dispersi yang stabil. Pembasahan (*wetting* partikel padat) adalah pengusiran udara pada permukaan partikel oleh cairan. Proses pembasahan melibatkan *surface dan interfaces*.

Pada proses pembasahan terjadi :

- a. Penurunan tegangan permukaan cairan
- b. Penurunan tegangan interfasial cairan atau zat padat

Penambahan surfaktan saja ke bitumen dapat memberikan perubahan sudut kontak kurang dari 10° . Sedangkan ketika Na_2CO_3 ditambahkan dan dicampurkan maka perubahan sudut kontak mengalami peningkatan signifikan. (Liu, 2011)

2.5 Metode Pemisahan Bitumen

Teknologi pemisahan bitumen bisa dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya dengan metode ekstraksi dengan pelarut organik, pemisahan dengan media air panas (*hot water*).

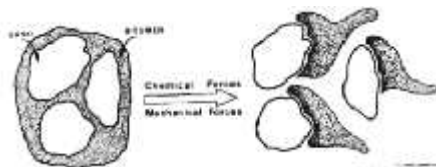
2.5.1. Metode Ekstraksi dengan Pelarut Organik

Dalam proses ini, pelarut yang digunakan adalah pelarut organik seperti *n-hexane*, pertasol dan kerosin. Asbuton dalam bentuk bongkahan besar di perkecil ukurannya dengan menggunakan *jaw crusher* dan *hammer mill*. Bahan dasar asbuton yang ukurannya sudah kecil di ekstraksi menggunakan bahan pelarut tertentu sehingga bitumen terpisah dari mineral yang melingkupinya. Hasil ekstraksi dipisahkan dengan menggunakan *centrifuge* untuk memisahkan antara padatan dengan cairan yang mengandung aspal. Kemudian cairan yang masih mengandung bitumen tersebut di distilasi atau di vaporasi, sehingga pelarut organik menguap dan yang tersisa adalah bitumen yang disebut bitumen murni. Pelarut organik memiliki titik didih yang relatif

rendah, sehingga lebih mudah untuk dipisahkan dan pelarut bisa digunakan kembali dalam ekstraksi. Hal ini dapat meminimalisasi biaya produksi.

2.5.2 Hot Water Process

Proses ini menggunakan *hot water* untuk mendapatkan *Recovery* bitumen dari tar sands. Hot water dapat menurunkan viskositas bitumen dan membantu pelepasan bitumen dari *sand* saat terjadinya *high-shear force* yang diakibatkan oleh adanya pengadukan dan penambahan bahan kimia di dalam digester. (Kumar, 1995).



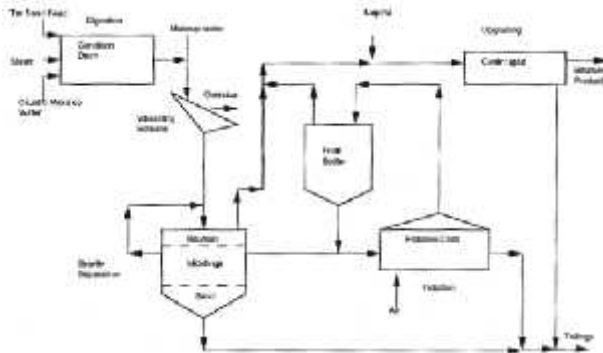
Gambar 2.15 Phase Pelepasan Bitumen

Teknologi pemisahan bitumen dengan *hot water* terhadap batuan *Athabasca* dikembangkan oleh Dr. Karl Clark pada tahun 1920-an dan dikenal sebagai “*Clark hot water process*”.

2.5.3 Hot Water Process pada Athabasca Tar Sands

Ciri utama dari *Athabasca tar sands* adalah partikelnya penyusunnya, terdapat lapisan air, sehingga pemisahan bitumen pada *Athabasca tar sands* relatif lebih mudah dibandingkan dengan *Utah Tar Sands*. Bitumen pada *Athabasca Tar Sands*, dapat diperoleh hanya dengan menggunakan *digester* berupa *rotary drum*.

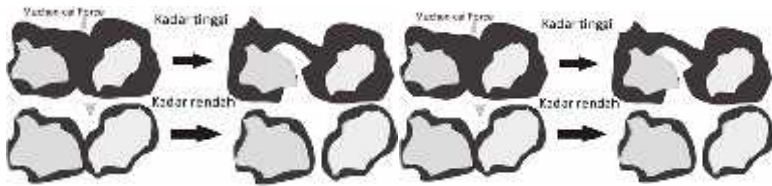
Dilihat pada flowsheet, gambar 2.15, bahan baku dicampur dengan *hot water*, *caustic* (*sodium hydroxide*), dan *sodium carbonate* untuk membentuk pulp 60-85% solids pada temperatur 82-93°C di dalam sebuah *Rotating Digestion Drum*. Pada langkah ini, fase pelepasan bitumen dari tar sands terjadi karena adanya penggabungan aksi dari putaran drum, reaksi *caustic soda* dan *sodium carbonate* dengan bitumen, serta masuknya steam di dalam drum. Sistem pH dijaga antara 8,0 – 8,5 dengan penambahan alkali.



Gambar 2.16 *Canadian Hot Water Process*

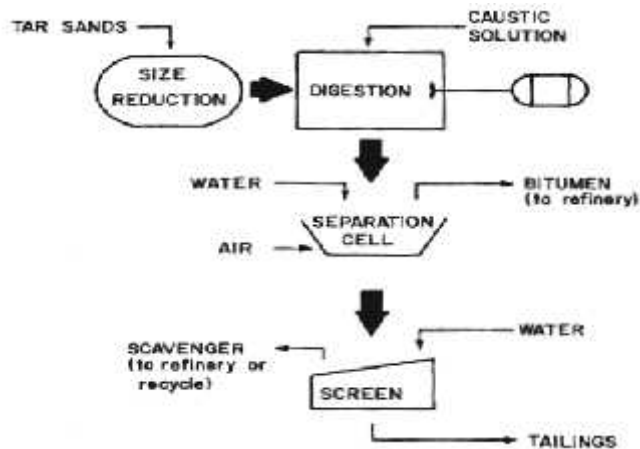
2.5.4. Hot Water Process untuk Utah Tar Sands

Hot water process Athabasca tar sands tidak dapat diaplikasikan langsung pada *Utah tar sands* karena adanya perbedaan sifat fisik dan kimia dari *tar sand*. Pada *Utah tar sands*, butiran pasirnya diselimuti oleh lapisan bitumen. Hal ini bertolak belakang dengan *Athabasca tar sands*, dimana pasirnya lebih mudah dipisahkan dari lapisan bitumen karena adanya lapisan air yang mengelilingi setiap partikel pasir. Akibatnya, fase pelepasan pada *Utah tar sands* tidak mudah. Tidak adanya lapisan air dan adanya ikatan yang kuat antara pasir dan bitumen, menyatakan bahwa membutuhkan bahan tambahan (*agent penetrating*) untuk memudahkan fase pelepasan bitumen. *Desain Hot water process* pada *Utah tar sands* memerlukan *high temperature alkaline digestion* dalam mendapatkan *high shear force* dengan penambahan *penetrating agent* seperti kerosin sebelum masuk ke dalam *digester* yang berfungsi untuk memecahkan ikatan antara bitumen dan solids. *Penetrating agent* juga berfungsi untuk menurunkan viskositas dan menaikkan perolehan bitumen dari *tar sands* (Kumar, 1995)



Gambar 2.17 Skema perbedaan gaya mekanik yang dikenakan pada bitumen dengan kadar tinggi dan rendah

Berikut flowsheet proses untuk *Utah Tar Sands*:

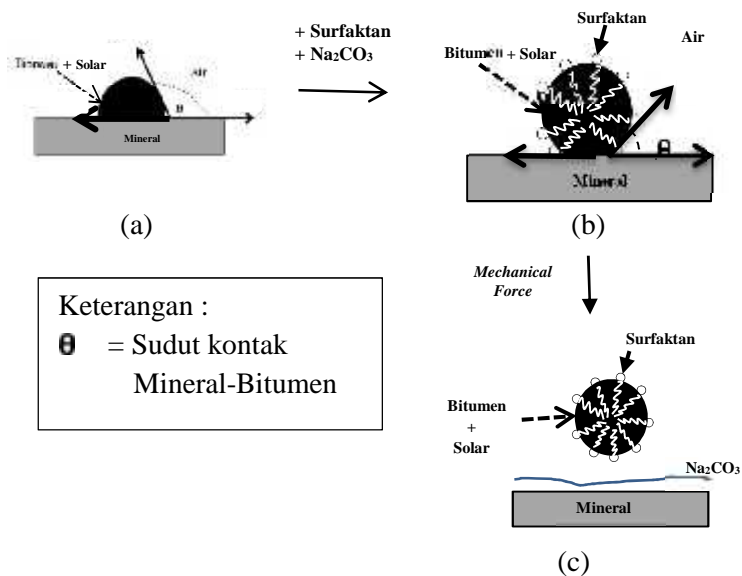


Gambar 2.18 *Hot Water Process* untuk *Utah Sands* pada tahun 1978

2.5.5 Proses *Hot Water* untuk Asbuton dalam Tangki Berpengaduk

Proses *Hot Water* ini salah satunya telah dilakukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Yosita dan Ibrahim pada tahun 2016. Proses *hot water* ini dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk berbentuk tangki silinder dengan kapasitas 1500 cm³ terbuat dari stainless-steel, yang dilengkapi dengan pengaduk *disc turbin*. Tangki pemisah dilengkapi dengan 4 buah baffle. Proses pemisahan dilakukan dengan cara mengisi tangki pemisah dengan 300 gram asbuton yang ditambah *solar* sesuai variabel % berat *solar* terhadap massa campuran asbuton-*solar* dan yang diaduk dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 90°C selama 30 menit. Dalam proses pelepasan bitumen, asbuton mengalami pelunakan dalam proses *pre-mixing* menggunakan *solar* disertai pemanasan yang menyebabkan penurunan viskositas.

Langkah selanjutnya menambahkan larutan surfaktan SLS dan larutan NaOH bersuhu 90°C sesuai variabel % berat terhadap massa campuran asbuton, *solar* serta larutan SLS-NaOH. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan selama 30 menit dengan suhu pemanasan 90°C dan kecepatan putar pengaduk 1500 rpm. Surfaktan akan masuk ke dalam bitumen dan menurunkan *surface tension* dari bitumen sehingga bitumen mudah lepas dari mineralnya dan NaOH sebagai *sealing agent* akan mencegah bitumen kembali menempel pada mineral. Mekanisme pelepasan bitumen pada proses *digesting* diilustrasikan dalam gambar berikut:



(Yosi & Gisa, 2016)

Gambar 2.19 (a) Kondisi awal bitumen setelah penambahan solar, (b) Kondisi bitumen setelah penambahan surfaktan, (c) Terbentuk droplet bitumen yang terlepas dari mineralnya dan Na_2CO_3 sebagai *sealing agent*

Setelah proses pemanasan selesai, larutan dipindahkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan air panas hingga volume 1500 mL. Dari proses ini akan terbentuk 3 lapisan yaitu lapisan paling atas terdiri dari bitumen-solar, kemudian lapisan tengah terdiri dari air, surfaktan, dan mineral yang terlarut dalam air, dan lapisan paling bawah terdiri dari padatan asbuton yang tidak terekstrak, mineral yang terendapkan, dan sedikit air. Lapisan paling atas dipisahkan dan dianalisis konsentrasinya dengan mengukur densitasnya. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui persen (%) *Recovery* dari proses pemisahan.

2.6 *Mixing* dan Agitasi

Beberapa kondisi operasi kimia bergantung pada efektifitas *mixing* dan agitasi. *Mixing* secara luas digunakan di industri yang produktif dalam proses perubahan fisik dan kimia. Beberapa tujuan dari proses agitasi antara lain sebagai berikut :

- a) Mencampur dua cairan yang saling tidak larut seperti etil alkohol dan air.
- b) Melarutkan padatan dan cairan seperti melarutkan garam di air.
- c) Untuk meningkatkan perpindahan panas antara cairan dengan koil atau jaket di dinding bejana.
- d) Mendispersikan gas dalam liquid dalam bentuk *bubbles* seperti oksigen dari udara di dalam suspensi mikroorganisme untuk fermentasi atau untuk mengaktifkan *sludge* dalam proses pengolahan air.

2.7 Penelitian – Penelitian Bitumen yang Sudah Dilakukan

Berikut adalah beberapa penelitian yang berkaitan proses pengolahan asbuton dan *tar sands*.

Tabel 2.10 Penelitian – Penelitian Bitumen yang Sudah Dilakukan

| No. | Penulis | Percobaan | Hasil |
|-----|-------------|--|---|
| 1. | Clark, 1920 | Pemisahan bitumen menggunakan <i>hot water</i> terhadap <i>Athabasca tar sands</i> | . Proses yang ditemukan ini dikenal sebagai “ <i>Clark hot water process</i> ”. Pemisahan bitumen dari tar sand menggunakan air dan pengadukan mekanis. |

| | | | |
|----|---------------------|---|---|
| 2. | Sepulveda, dkk,1979 | pemisahan bitumen dari <i>Utah Tar Sands</i> menggunakan <i>hot water</i> . | Bitumen diperoleh dari <i>utah tar sands</i> dengan cara <i>digestion</i> dan <i>flotation</i> . |
| 3. | Nielsen, dkk,1994 | Mempelajari pengaruh temperatur dan tekanan pada distribusi ukuran partikel <i>asphalten</i> dalam minyak mentah yang dilarutkan dengan n-pentana. Penelitian dilakukan pada suhu 0 – 150 °C dan tekanan 0 – 6,5 MPa. | Hasilnya menunjukkan bahwa ukuran partikel <i>asphalten</i> bertambah dengan naiknya tekanan dan berkurang dengan naiknya suhu. |
| 4. | Kumar,1995 | membuat usulan baru <i>flowsheet</i> untuk ekstraksi bitumen dengan <i>hot water</i> pada <i>Utah Tar Sands</i> . menggunakan <i>hot water</i> untuk mendapatkan <i>Recovery</i> bitumen dari <i>tar sands</i> . | <i>Hot water</i> dapat menurunkan viskositas bitumen dan membantu pelepasan bitumen dari <i>sand</i> saat terjadinya <i>high-shear force</i> yang diakibatkan oleh adanya pengadukan dan penambahan |

| | | | |
|----|----------------------------|--|---|
| | | | bahan kimia di dalam <i>digester</i> |
| 5. | Suprpto dan Murachman,1998 | mempelajari tentang studi perpindahan massa aspal dari asbuton dengan menggunakan 3 macam pelarut, yaitu n-Heksan, Pertasol, <i>Trichloroethylene</i> (TCE). | Normal Hexan mampu mengambil aspal sebanyak 15,64 % dari batuan semulanya. Pertasol dapat mengambil aspal sebanyak 17,83 % dari batuan semulanya atau 84,39 % dari aspal awalnya. <i>Trichloroethylene</i> (TCE) mengambil aspal dari batuananya, yaitu sebesar 20,75 % dari batuan awalnya atau 98,11% dari aspal awalnya. |
| 6. | Dwinurwulan dan Diana,2009 | Ekstraksi asbuton dengan menggunakan pelarut kerosin yang dicampurkan ke dalam asbuton dalam tangki <i>leaching</i> . | Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi bitumen dalam kerosin dan <i>yield</i> mengalami kenaikan untuk ukuran partikel dari -8+18 mesh |

| | | | |
|----|----------------------|--|--|
| | | | ke -18+20 mesh, akan tetapi turun untuk ukuran partikel dari -18+20 mesh ke -20+30 mesh. |
| 7. | Qomary dan Dewi,2012 | Pemisahan bitumen dari asbuton dengan metode <i>hot water</i> proses. Proses ekstraksi dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk. larutan NaOH | Terbentuk 3 lapisan yaitu lapisan paling atas terdiri dari larutan bitumen (kerosin dan bitumen), lapisan tengah terdiri dari air dan mineral murni yang terpisah, dan lapisan paling bawah terdiri dari padatan asbuton yang tidak terekstrak, kerosin, dan sedikit air. Dari hasil eksperimen diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar ratio asbuton dan larutan NaOH maka perolehan <i>yield</i> semakin meningkat. |

| | | | |
|-----|----------------------------|--|---|
| 8. | Shidiq dan Ramadhani, 2013 | Pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan air panas (<i>hot water</i>) dan penambahan <i>surfaktan</i> (<i>fatty acyd</i>) dengan kerosin sebagai pelarut. | Persen recovery yang diperoleh yaitu 80,80 % dengan perbandingan asbuton dan kerosin yaitu 50% : 50%. |
| 9. | Rohman& Syukra, 2014 | Pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> berupa NaOH dalam media air panas. | Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 85,33 % dengan perbandingan solar asbuton 50% : 50%. |
| 10. | Abid& Wahyudi, 2014 | Pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> surfaktan Wetrol 124 serta NaOH | Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 89,17 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%. |

| | | | |
|-----|-------------------------|---|---|
| | | dalam media air panas. | |
| 11. | Yuda dan Septiawan,2015 | melakukan studi pemisahan pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> yang berupa surfaktan SLS serta NaOH dalam media air panas. | Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 86,29 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%, konsentrasi surfaktan SLS 0,05%, dan konsentrasi NaOH 0,05%. |
| 12. | Ahmed,2015 | melakukan studi pemisahan pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> yang berupa surfaktan SLS serta NaOH dalam media air panas. | Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 92 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%, konsentrasi surfaktan SLS 0,5%, dan konsentrasi NaOH 1%. |

| | | | |
|----|------------|--|--|
| 13 | Yosi, 2016 | melakukan studi pemisahan pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> yang berupa surfaktan LAS serta NaOH dalam media air panas | Persen Recovery yang didapatkan 97,74% pada temperatur 90°C dengan kondisi konsentrasi NaOH sebesar 1%, konsentrasi surfaktan LAS sebesar 1,5% dan nilai R_{wa} sebesar 25%. |
|----|------------|--|--|

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Garis Besar Penelitian

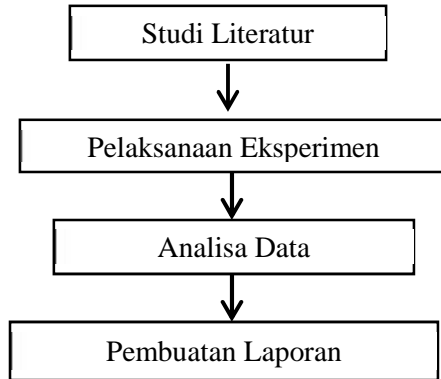
Secara garis besar pelaksanaan proses pemisahan bitumen dari Asbuton dilakukan secara eksperimen di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Teknik Kimia, ITS. Bahan baku yang digunakan adalah Asbuton dari Kabungka, Sulawesi Tenggara. Dalam penelitian ini dilakukan proses pemisahan bitumen dari Asbuton, dimana Asbuton sebagai bahan baku yang mengandung bitumen akan dipisahkan dengan media air panas menggunakan solar sebagai *penetrating agent* dan penambahan larutan surfaktan serta *sealing agent*. Surfaktan yang digunakan adalah *Sodium Dodecylbenzene Sulfonate*. Sedangkan *sealing agent* yang digunakan sebagai variabel adalah NaOH, Na₂CO₃, Na₂SiO₃ dan Sodium Tripolyphosphate.

Untuk mencapai tujuan penelitian maka dilakukan empat tahapan penelitian yaitu studi literatur, eksperimen, analisa data dan penulisan laporan. Studi literatur yang dilakukan adalah untuk mempelajari peranan surfaktan dan *sealing agent* terhadap pemisahan bitumen. Tahapan eksperimen pada penelitian ini dibagi menjadi empat tahapan proses, yaitu *pre-treatment*, *pre-mixing*, *digesting process*, dan pemisahan larutan bitumen dan mineral. Pada tahap *pre-treatment* dilakukan proses *size reduction* bahan baku bertujuan agar bahan baku memiliki ukuran yang seragam sehingga pada proses pemisahan akan lebih mudah dilakukan. Proses selanjutnya adalah *pre-mixing* yang bertujuan untuk mencampurkan *penetrating agent* dan bahan baku Asbuton agar homogen. *Digesting process* bertujuan untuk melakukan proses pemisahan bitumen dari mineral. Proses terakhir dari tahapan eksperimen adalah pemisahan larutan bitumen dan mineral yang dilakukan dalam tangki *decanter*.

Tahapan penelitian yang selanjutnya ialah dilakukan analisis data yaitu meliputi analisis kadar bitumen, viskositas, surface

tension dan persen *recovery*. Kemudian hasil penelitian ini akan dilanjutkan dengan penulisan laporan thesis.

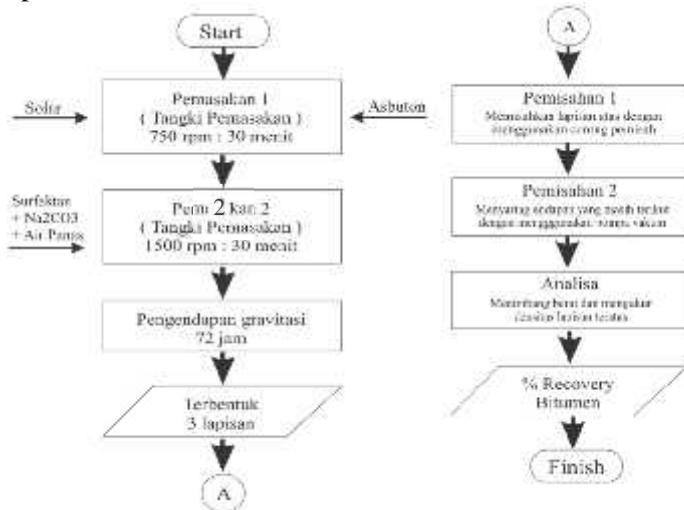
Berikut ini tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian ini :



Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian

3.2 Langkah - Langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian dilaksanakan sesuai tahapan-tahapan berikut ini :



Gambar 3.2 Flowchart Proses Digesting dan Analisis Data

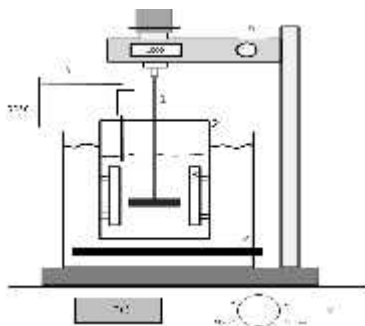
3.2.1 Tahap Pre-Treatment Asbuton

Tujuan dari pre-treatment Asbuton sebagai bahan baku adalah untuk menyeragamkan diameter partikel Asbuton dengan cara memperkecil ukuran partikel Asbuton menggunakan *crusher/hammer* kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran partikel 20-40 mesh.

3.2.2 Tahap Pre-mixing

Tahapan pre-mixing dilakukan untuk mencampurkan penetrating agent (solar) dan bahan baku Asbuton agar homogen. Tahapan ini dimulai dengan menimbang asbuton sebanyak 300 gram kemudian ditambahkan solar DEX sebesar 450 gram sesuai dengan perbandingan persen massa antara solar DEX terhadap asbuton 60:40. Langkah selanjutnya asbuton dan DEX yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam tangki *digester*. Tangki *digester* yang digunakan memiliki diameter 10,8 cm dan tinggi 20 cm, tangki dilengkapi dengan *baffle* untuk mengurangi terjadinya

vortex. Tangki *digester* ini juga dilengkapi dengan sistem pengaduk menggunakan *impeller* jenis *disk turbine*. Sistem pengaduk dilengkapi dengan pengatur kecepatan putaran. Pada bagian luar tangki terdapat *waterbath* yang dilengkapi dengan pengatur temperatur berfungsi sebagai media pemanas. Proses pre-mixing campuran asbuton dan solar dilakukan pada kondisi 250 rpm, dengan temperatur sesuai variabel percobaan selama 30 menit. Peralatan proses pre-mixing ditunjukkan seperti pada gambar 3.3.



Keterangan Gambar :

1. Pengaduk
2. Tangki *Digester*
3. *Baffle*
4. *Waterbath*
5. *Thermocouple*
6. Pengatur Putaran
7. Pengatur suhu

Gambar 3.3 Rangkaian peralatan *Pre-mixing* dan *Digesting*

3.2.3 Tahap *Digesting*

Proses *digesting* dilakukan pada tangki yang sama (gambar 3.3). Pada proses ini dilakukan penambahan *wetting agent* (campuran larutan surfaktan SDS dan *sealing agent* Na_2CO_3). Penambahan *wetting agent* bertujuan mendapatkan efek *chemical force* pada proses *digesting*. Jumlah larutan surfaktan SDS dan *sealing agent* divariasi sesuai dengan variable percobaan. Proses *digesting* dilakukan pada kecepatan putaran pengaduk 1500 rpm selama 30 menit.

Setelah proses *digesting* selesai, campuran Asbuton dipindahkan ke dalam *beaker glass* kemudian ditambahkan air sebanyak 1.5 Liter dan didiamkan hingga terbentuk tiga lapisan.

Lapisan atas yang berupa campuran bitumen–solar dipisahkan menggunakan corong pemisah. Bitumen yang telah terpisah kemudian disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman No.41 dengan bantuan waterjet pump. Larutan hasil penyaringan dianalisis berat dan densitasnya untuk mengetahui persen *recovery* bitumennya. Kemudian langkah selanjutnya ialah mengulang sesuai prosedur di atas untuk setiap variabel penelitian.

3.2.4 Tahap Analisis Kadar Bitumen

Tujuan dari tahap ini adalah untuk menentukan kadar bitumen awal Asbuton, membuat kurva kalibrasi untuk penentuan kadar bitumen dalam larutan.

a. Analisis Kadar Bitumen Awal

Kadar bitumen awal Asbuton ditentukan menggunakan metode ekstraksi menggunakan soklet. Penentuan kadar awal Asbuton dilakukan mengacu pada prosedur sesuai dengan standar SNI 03-3640-1994 tentang Metode Pengujian Kadar Beraspal Dengan Ekstraksi Menggunakan Soklet. Hasil dari ekstraksi soklet digunakan untuk menentukan kadar awal bitumen dalam Asbuton yang dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Kadar Bitumen} = \frac{\text{Massa Bitumen Terekstrak}}{\text{Massa Asbuton}} \times 100\%$$

b. Pembuatan Kurva Kalibrasi 1/ terhadap Konsentrasi Bitumen dalam Larutan

Kurva kalibrasi dalam bentuk hubungan 1/ terhadap konsentrasi bitumen dalam larutan digunakan untuk menentukan kadar bitumen dalam larutan hasil proses *digesting*. Bitumen murni yang diperoleh dari proses ekstraksi soklet dilarutkan di dalam DEX dengan komposisi 0%, 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% berat. Larutan diukur densitasnya dengan menggunakan piknometer. Hasil pengukuran tersebut

kemudian diplotkan antara 1/ terhadap konsentrasi bitumen dalam larutan.

c. Analisis Kadar Bitumen dari Hasil Penelitian

Kadar Bitumen dalam larutan hasil proses digesting ditentukan menggunakan bantuan kurva kalibrasi. larutan hasil proses digesting yang telah dipisahkan dari mineral sisa diukur massa dan densitasnya. Berdasarkan densitas larutan yang diperoleh, maka konsentrasi bitumen dapat ditentukan menggunakan kurva kalibrasi. Massa bitumen yang terekstrak ditentukan berdasarkan data massa dan konsentrasi bitumen hasil pengukuran dengan persamaan :

$$\text{Massa bitumen terekstrak} = \text{Massa Lapisan Atas} \times \% \text{ Konsentrasi Bitumen}$$

3.2.5 Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui persen *recovery* bitumen yang diperoleh. Persen *recovery* didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah bitumen yang terekstrak terhadap bitumen awal yang terkandung dalam Asbuton. Persen *recovery* dihitung dengan hubungan sebagai berikut :

$$\% \text{ Recovery} = \frac{\text{Massa Bitumen Terekstrak}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100\%$$

3.3 Bahan Yang Digunakan

1. Asbuton Kabungka
2. Air panas (*hot water*)
3. Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS)
4. *Sodium Carbonate* (Na_2CO_3)
5. Solar DEX
6. *Trichloroethylene* (TCE)

3.4 Alat Yang Digunakan

3.4.1 Peralatan Proses Ekstraksi Bitumen menggunakan

Trichloroethylene

1. Ekstraktor Soklet
2. Gelas ukur 10 ml
3. Kertas saring
4. *Erlenmeyer* 500 ml dan 1000 ml
5. Botol sampel
6. Spatula
7. *Stopwatch*
8. Termometer
9. Pompa

3.4.2 Peralatan Proses Pemasakan

1. Tangki pemasakan dan perlengkapannya
2. Ayakan 20 mesh ,40 mesh dan perlengkapannya
3. *Erlenmeyer* 500 ml
4. *Beaker glass* 1000 dan 2000 ml
5. Corong Pemisah
6. Neraca Analitik kapasitas 2 kg
7. Piknometer 10 ml
8. Termometer
9. Pompa Vakum

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Kondisi yang ditetapkan

1. Jenis *impeller* = *disc turbine*
2. Kecepatan putar pengaduk = 250 rpm dan 1500 rpm
3. Waktu Pengadukan = 30 menit
4. Rasio DEX : Asbuton = 60% : 40%
5. Penambahan larutan Surfaktan
– Na₂CO₃ = 25% terhadap massa larutan total

3.5.2 Variabel Masukan

1. Konsentrasi Surfaktan SDS = 0,125% , 0,25% , 0,375%
dan 0.5% massa total
2. Konsentrasi Sodium Carbonate = 0.25% , 0,5% , 0.75%
dan 1% massa total
3. Temperatur Operasi = 60 °C ; 70°C ; 80°C ; 90°C

3.5.3 Variabel Respon

Persen (%) *Recovery* bitumen:

$$\% Recovery \text{ Bitumen} = \frac{\text{Massa Bitumen Terpisah}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100$$

3.5.4 Spesifikasi Bahan

1. *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS)

Tabel 3.1 Karakteristik Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS)

| No | Karakteristik | Nilai |
|----|------------------------------------|--|
| 1 | Rumus Molekul | $C_{12}H_{25}SO_4Na$ |
| 2 | Wujud | Berbentuk butiran, bubuk warna putih hingga kuning pucat |
| 3 | Berat molekul | 348,48 g/mol |
| 4 | Titik Leleh | 206 °C |
| 5 | <i>Spesific Gravity</i> | 1,05 g/cm ³ |
| 6 | Kelarutan dalam air (20- 25 °C) | 150 g/L |
| 7 | pH | 9-10 |
| 8 | Kemurnian | <=100% |

2. Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

Tabel 3.2 Karakteristik Natrium Karbonat (Na_2CO_3)

| No | Karakteristik | Nilai |
|----|----------------------------|--------------------------|
| 1 | Rumus Molekul | Na_2CO_3 |
| 2 | Wujud | Solid putih |
| 3 | Berat molekul | 106 g/mol |
| 4 | pH (Larutan 1% wt) | 11,3 – 11,7 |
| 5 | Titik didih | Mengurai |
| 6 | Titik Leleh | 851 °C |
| 7 | <i>Density</i> | 2,5 g/cm ³ |
| 8 | Kelarutan dalam air (25°C) | 30,07 g/100 mL |

3. Solar DEX

| NO. | KARAKTERISTIK | SATUAN | DATASAM | |
|-----|---|----------------------|------------------|-------------------|
| | | | MIN | MAKS |
| 1. | Ringkasan Ketahanan Gigitan Terhadap Klorida Sulfida | | 50 45 | |
| 2. | Densitas Jenis @ 15 °C | kg/m ³ | 1200 | 1800 |
| 3. | Viskositas @ 40 °C | mm ² /sec | 2.0 | 4.5 |
| 4. | Kandungan Seleniup | % m/m | - | 0.05 |
| 5. | Distilasi Temp. @ 70 % ¹ Temp. @ 95 % ¹ Titik Didih 4 mm | °C | | 340 350 360 |
| 6. | Titik Nyala | °C | 95 | - |
| 7. | Titik Kuning | °C | - | 15 |
| 8. | Pemerutan Karbon | % m/m | - | 0.3 |
| 9. | Kandungan Air | mg/kg | | 500 |
| 10. | Stabilitas Oksidasi | g/m ³ | - | 2% |
| 11. | Udang Pak. Sulfida ¹ | - | Nilai | |
| 12. | Kandungan TANIE ¹ | % v/v | - | 10 |
| 13. | Kandungan (relatif 5 volume) | % v/v | Tidak terdeteksi | |
| 14. | Kandungan Tembaga | ppm | | Kurang |
| 15. | Kandungan Arsen | % m/m | | 0.01 |
| 16. | Kandungan Sulfida | % m/m | - | 0.01 |
| 17. | Udang Pak. Asam Kuat | mg x 0.10g | - | 0 |
| 18. | Bilangan Asam Total | mg x 0.10g | - | 0.3 |
| 19. | Pemerutan | g/g | - | 1.2 |
| 20. | Udang Pak. pH (pH standar @ 25 °C) | milimol | | 400 |
| 21. | Pemerutan Visual | | Jumlah & Terang | |
| 22. | Warna | mg, 250 ml | - | 1.0 |

Gambar 3.4 Spesifikasi Solar DEX

(www.pertamina.com)

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemisahan bitumen dari aspal alam seperti asbuton menggunakan metode *hot water* terdiri dari dua tahapan proses, yakni proses pemasakan (*digesting*) dan proses pemurnian bitumen. Namun proses pemasakan dianggap lebih menentukan (Miller, 1991), sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel-variabel yang mempengaruhinya. Asbuton merupakan aspal alam dengan viskositas sebesar 1215 poise (Siswoshoebroto, 2005), dengan kandungan bitumen antara 15-40% dan viskositas bitumen pada asbuton antara 0.5-100 Pa.s sehingga dapat digolongkan dalam *Tar Sand* kelas III yang membutuhkan *diluent* untuk meningkatkan % *recovery* bitumen (Hupka, 1984). *Diluent* yang ditambahkan untuk menurunkan viskositas dari asbuton sehingga bisa membantu efektivitas dari proses *digesting hot water* ini (Miller, 1991). Pada penelitian ini *diluent* yang digunakan yakni Solar sebagai *penetrating agent* dan penurun viskositas bitumen. Solar dipilih karena densitasnya yang ringan yang menyebabkan bitumen yang terlarut pada Solar berada pada lapisan paling atas dalam proses pengendapan akan terbentuknya tiga lapisan sehingga lebih mudah dipisahkan dan dianalisa. Selain itu Solar merupakan pelarut non polar sehingga bitumen yang juga non polar akan larut dalam Solar. Selain itu parameter penting untuk meningkatkan % *Recovery* bitumen adalah sifat permukaan. Modifikasi sifat permukaan dilakukan dengan penambahan surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS) sebagai *wetting agent* untuk menurunkan *interfacial tension* bitumen. Surfaktan SDS merupakan surfaktan anionik yang memiliki gugus sulfonat yang sesuai dengan surfaktan alami yang terkandung dalam bitumen. Perbandingan penggunaan surfaktan anionik dan kationik telah dilakukan pada percobaan sebelumnya oleh Ibrahim dan Yosita, % *recovery* pelepasan bitumen menggunakan surfaktan anionik lebih baik dibandingkan dengan menggunakan surfaktan kationik. Selain itu, SDS dipilih karena

memiliki nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) yang kecil yaitu 19.15 dimana semakin kecil nilai HLB, surfaktan lebih bersifat hidrofob sehingga lebih baik mengikat bitumen, dan Na_2CO_3 sebagai *sealing agent* untuk mengkondisikan pH dalam keadaan basa, dan berfungsi agar bitumen tidak terikat lagi ke mineralnya. Selain itu, penambahan Na_2CO_3 dapat memperkecil sudut kontak pada proses pemisahan bitumen, sehingga bitumen lebih mudah terlepas dari mineralnya (Liu, 2011).

Pada proses *digesting*, solar dan asbuton mengalami tahapan *mixing* dan *preheating* menggunakan pengadukan 250 rpm selama 30 menit dengan tujuan mencampur solar dan asbuton, sehingga asbuton dapat mengalami penurunan viskositas secara optimal, kemudian tahapan *digesting* dilakukan pada kecepatan pengadukan 1500 rpm selama 30 menit dengan tujuan mencampur solar-asbuton dengan surfaktan SDS dan Na_2CO_3 sebagai aditif agar pemisahan bitumen semakin optimal.

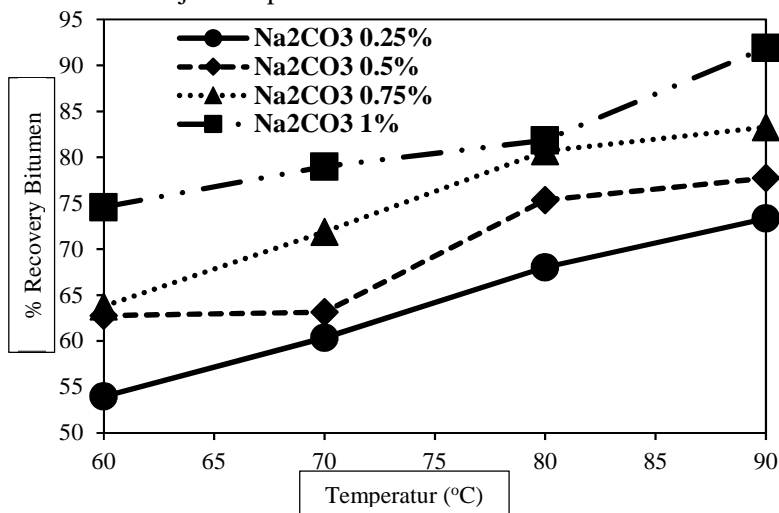
Kondisi yang ditetapkan pada penelitian ini adalah ukuran partikel asbuton 20–40 mesh, jenis impeller *disc turbine*, kecepatan pengadukan 250 dan 1500 rpm, waktu pengadukan 30 menit, dan rasio solar banding asbuton sebesar 60:40. Ukuran asbuton dipilih tidak lebih dari 40 mesh agar partikel asbuton tidak terlalu halus sehingga dapat dipisahkan dari bitumen pada saat proses pengendapan. Sedangkan ukuran tersebut tidak lebih kecil dari 20 mesh agar pelepasan bitumen dari mineral dapat optimal. *Disc turbine* dipilih karena memiliki sudut konstan, aliran pada arah radial dan tangensial menghasilkan turbulensi yang kuat sebagai *mechanical force* yang membantu pelepasan bitumen dari asbuton. Kecepatan pengadukan dipilih 1500 rpm karena pada asbuton yang memiliki bitumen dalam bentuk solid pemisahan bitumen yang terjadi cenderung didominasi oleh *mechanical forces* (Misra, 1982). Waktu pengadukan 30 menit merupakan waktu penetrasi agar diluent bekerja optimal dalam menurunkan viskositas. Rasio solar banding asbuton sebesar 60 : 40 dipilih karena dengan perbandingan 60 : 40 viskositas yang dihasilkan dapat diturunkan hingga mencapai *Tar Sand* kelas I, sehingga

peran solar sebagai penetrating agent dapat lebih optimal (Hupka,1984).

Variabel pada penelitian untuk pengembangan proses media air panas ini meliputi pengaruh temperatur, konsentrasi surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS), dan konsentrasi sodium karbonat (Na_2CO_3) terhadap % *recovery* bitumen yang dihasilkan. Kadar awal bitumen sesuai SNI 03-3640-1994 diperoleh 18.572%. Berikut pembahasan pengaruh beberapa variabel terhadap % *Recovery* bitumen.

4.1 Pengaruh Temperatur terhadap % *Recovery* Bitumen

Pengaruh temperatur terhadap perolehan % *Recovery* bitumen ditunjukkan pada **Gambar 4.1**



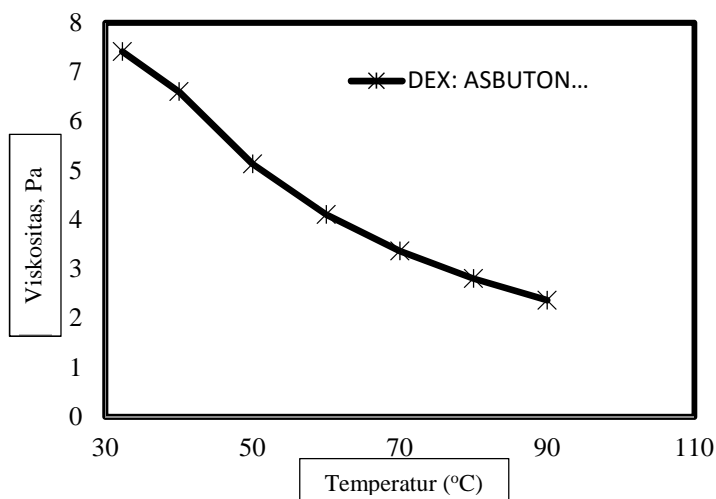
Gambar 4.1 Pengaruh temperatur terhadap % *Recovery* bitumen pada konsentrasi surfaktan SDS 0.5% pada berbagai macam variasi konsentrasi Na_2CO_3

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka % *Recovery* bitumen yang diperoleh semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi temperatur

yang digunakan pada media air panas maka viskositas semakin turun dan ukuran partikel semakin kecil oleh pemanasan sehingga kinerja surfaktan menjadi optimal, dengan proses pengadukan (*mechanical force*) menyebabkan bitumen lebih mudah terlepas dari mineral (Miller,1991).

Dalam **Gambar 4.1** juga menunjukkan penambahan Na_2CO_3 berbanding lurus dengan % *recovery* bitumen yang dihasilkan. Hal tersebut disebabkan karena Na_2CO_3 dapat bereaksi dengan asam organik dalam bitumen dan melepaskan surfaktan alami dalam asbuton yang menyebabkan penurunan nilai *interfacial tension* bitumen – air. Selain itu, penambahan Na_2CO_3 dan surfaktan SDS dapat menyebabkan perubahan sudut kontak yang signifikan sehingga permukaan yang awalnya hidrofob menjadi hidrofilik (Liu, 2011).

Untuk membuktikan bahwa nilai viskositas semakin turun seiring dengan naiknya temperatur dilakukan pengujian untuk mengetahui pengaruh viskositas terhadap naiknya temperatur pada campuran asbuton dengan solar pada perbandingan massa solar : asbuton 60 : 40.



Gambar 4.2 Pengaruh temperatur terhadap viskositas solar asbuton pada perbandingan massa 60 : 40

Gambar 4.2 menunjukkan bahwa naiknya temperatur akan menyebabkan turunnya viskositas dan temperatur dengan viskositas terendah berada pada 90°C. Sehingga semakin turun viskositas yang dimiliki akan menyebabkan menyebabkan bitumen lebih mudah terlepas dari mineralnya dengan proses pengadukan.

Recovery bitumen tertinggi yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 91.9% pada temperatur 90°C. Suhu 90°C hingga 95°C merupakan suhu optimum dari proses pemasakan air panas (Miller, 1991).

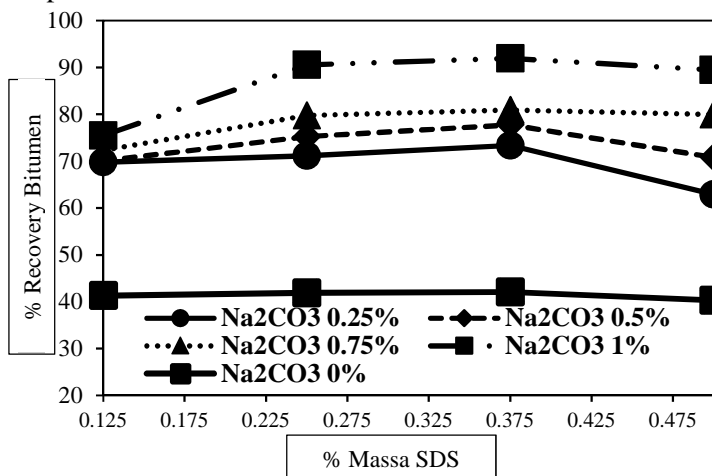
4.2 Pengaruh Konsentrasi Surfaktan SDS terhadap Perolehan % *Recovery* Bitumen

Penggunaan Surfaktan bertujuan untuk mengubah sifat permukaan untuk memodifikasi sifat aspal sehingga pelepasan bitumen menjadi lebih efektif. Surfaktan SDS akan terabsorb pada permukaan bitumen-air setelah pencampuran pada tahap 2 dengan pengadukan 1500 rpm, sehingga menurunkan *interfacial tension* antara bitumen-air dengan mematahkan ikatan-ikatan hidrogen pada permukaan bitumen, hal tersebut karena surfaktan SDS memiliki gugus hidrofilik berupa rantai alkil dan hidrofobik berupa gugus sulfonat (SO_3^-). Bitumen merupakan senyawa non-polar sehingga diikat gugus hidrofobik surfaktan dan gugus hidrofiliknya mengikat air, ketika konsentrasi surfaktan SDS ditambahkan maka surfaktan SDS akan membentuk *micelle* dengan gugus hidrofobik yang mengikat mengelilingi bitumen pada bagian dalam (Liu,2011). Fungsi dari surfaktan SDS adalah untuk menurunkan *surface tension* dari bitumen sehingga bitumen mudah lepas dari mineralnya dengan cara masuk ke dalam bitumen pada proses pre-mixing.

Menurut Liu dkk (2011), penambahan surfaktan SDS pada kondisi basa lebih efektif menurunkan sudut kontak antara bitumen dan mineral. Surfaktan SDS merupakan surfaktan anionik, pemilihan surfaktan anionik didasarkan pemisahan bitumen efektif pada kondisi basa ($\text{pH} > 10$) yang akan menyebabkan permukaan

mineral terhidrolisis dan mengalami deprotonisasi oleh karena itu menjadi bermuatan negatif, hal ini dapat membantu pelepasan bitumen dengan meningkatkan kekuatan tolakan elektrostatis antara bitumen dan mineral (Bakhtiari,2015). Komponen – komponen organik di dalam bitumen seperti asam naphatik dan asam alifatik bereaksi dengan senyawa alkali membentuk natural surfaktan yang bersifat anionik namun memiliki jumlah yang sedikit sehingga perlu ditambahkan surfaktan anionik yang sesuai dengan jenis natural surfaktan dalam bitumen (Zhibing,2014).

Pengaruh konsentrasi surfaktan SDS terhadap perolehan % *recovery* bitumen ditunjukkan pada **Gambar 4.3**, yakni grafik % *recovery* bitumen lawan konsentrasi surfaktan SDS pada temperatur 90°.



Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi surfaktan SDS terhadap % *recovery* bitumen pada temperatur 90°C dan berbagai konsentrasi Na₂CO₃

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi surfaktan SDS 0.375% merupakan konsentrasi terbaik untuk menghasilkan % *Recovery* bitumen tertinggi karena pada konsentrasi surfaktan SDS 0.375% lapisan bitumen-solar terpisahkan secara sempurna dari lapisan mineralnya. Hal tersebut dapat dilihat pada gambar

nomor 1 Lampiran G, pada kondisi konsentrasi surfaktan SDS 0.375% dan Na_2CO_3 1% tidak terdapat mineral yang mengapung di layer paling atas, sehingga dapat dikatakan bahwa lapisan bitumen-solar terpisahkan secara sempurna. Persen (%) *recovery* bitumen yang dihasilkan akan semakin efektif jika penggunaan larutan surfaktan dibatasi. Pemekatan larutan surfaktan justru membuat % *recovery* bitumen menurun seperti pada konsentrasi SDS 0.5% dimana konsentrasi surfaktan yang paling tinggi mengakibatkan menurunnya % *recovery* bitumen. Hal ini dapat diakibatkan konsentrasi surfaktan SDS telah melewati titik CMC (*Critical Micelle Concentration*) seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 2.12**. Setelah melewati titik CMC, kinerja surfaktan tidak efisien lagi dan cenderung konstan bahkan menurun (Genaro, 1990). Nilai CMC dari SDS adalah pada konsentrasi SDS 0.01 mol/liter seperti yang disajikan dalam **Gambar 2.13**. Pada konsentrasi SDS 0.375% setara dengan 0,0108 mol/l. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada konsentrasi SDS tersebut, telah mencapai titik CMC sehingga pada konsentrasi surfaktan SDS 0.5% mengalami penurunan % *recovery* (Azzam, 2007).

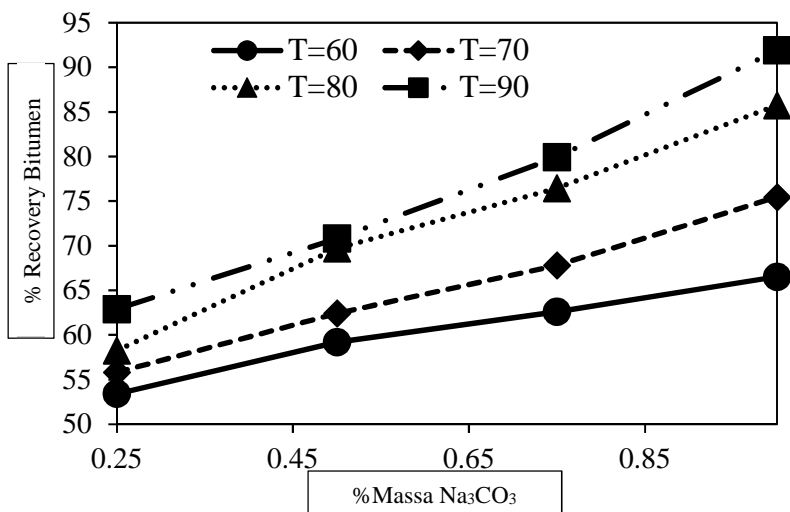
Selain itu, hal ini dapat terjadi akibat dari konsentrasi larutan surfaktan yang tinggi dapat memisahkan mineral menjadi semakin banyak. Mineral murni yang terpisah sebagai hasil dari proses ekstraksi ini akan berada di lapisan bagian tengah (*middle layer*). Hal ini terbukti dengan semakin tinggi konsentrasi surfaktan maka lapisan tengah yang seharusnya berisi air menjadi larutan berwarna keruh, sehingga akan menyulitkan solar dengan konsentrasi bitumen yang pekat untuk bisa naik ke permukaan (lapisan bagian atas). Hal ini membuat lebih banyak bitumen terjebak dan tetap tinggal di lapisan padatan bawah.

Untuk membuktikan bahwa tingginya konsentrasi SDS mempengaruhi penurunan % *recovery* bitumen maka dilakukan percobaan dengan larutan blanko SDS tanpa Na_2CO_3 (Na_2CO_3 0%). Hasil yang diperoleh adalah pada konsentrasi SDS 0.375% memiliki % *recovery* bitumen yang paling tinggi, sehingga dapat dipastikan bahwa pada konsentrasi 0.5% surfaktan SDS telah

melewati CMC sehingga % *recovery* yang dihasilkan cenderung tetap atau mengalami penurunan. Dari percobaan yang telah dilakukan konsentrasi tertinggi menghasilkan % *recovery* terbaik, yaitu 0.375% dimana menghasilkan 91.9 %.

4.3 Pengaruh Konsentrasi Sodium Karbonat (Na_2CO_3) terhadap % *Recovery* Bitumen

Pengaruh penambahan sodium karbonat terhadap % *recovery* bitumen yang dihasilkan ditunjukkan pada **Gambar 4.4**, yakni grafik % *recovery* bitumen lawan % massa Na_2CO_3 pada konsentrasi surfaktan SDS 0.5%.

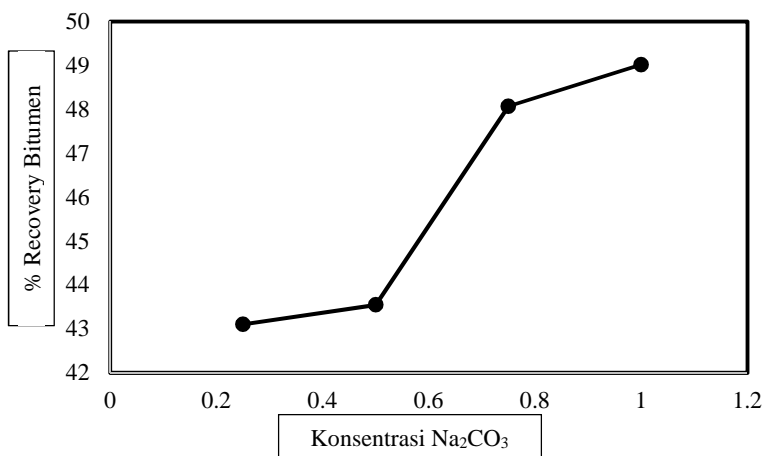


Gambar 4.4 Pengaruh Penambahan Sodium Karbonat (Na_2CO_3) terhadap % *recovery* Bitumen pada konsentrasi SDS 0.375% massa dan berbagai variasi temperatur

Peningkatan % *recovery* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.4** disebabkan karena Na_2CO_3 dapat bereaksi dengan asam organik dalam bitumen dan melepaskan surfaktan alami dalam asbuton. Hal ini menyebabkan penurunan nilai *interfacial tension* bitumen – air. Selain itu, penambahan Na_2CO_3 dan

surfaktan SDS dapat menyebabkan perubahan sudut kontak yang signifikan sehingga permukaan mineral yang awalnya hidrofob menjadi hidrofilik. Untuk mengujinya, dapat dilakukan dengan menggunakan uji paraffin. Mineral yang telah diekstrak bitumennya dikeringkan, lalu dimasukkan ke dalam paraffin, air dan larutan natrium karbonat. Mineral yang dimasukkan ke dalam paraffin tenggelam sedangkan mineral yang dimasukkan ke dalam air tetap mengapung yang menandakan sifat permukaan mineral hidrofob. Ketika mineral dimasukkan ke dalam larutan natrium karbonat, mineral tersebut tenggelam sehingga dapat disimpulkan bahwa sifat permukaan mineral berubah menjadi hidrofilik karena efek penambahan natrium karbonat (Liu, 2011). Hal inilah yang menyebabkan penambahan Na_2CO_3 berbanding lurus dengan % *recovery* bitumen yang dihasilkan.

Selain itu dari hasil percobaan dengan blanko Na_2CO_3 tanpa penambahan surfaktan SDS diperoleh hasil yang sama dengan percobaan dengan penambahan surfaktan SDS.



Gambar 4.5 Pengaruh Penambahan Sodium Karbonat (Na_2CO_3) terhadap Perolehan % *recovery* Bitumen Tanpa Penambahan Surfaktan SDS pada Suhu 90°C

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa % *recovery* bitumen meningkat seiring dengan penambahan Na_2CO_3 pada suhu 90°C

sehingga sesuai dengan hasil yang diperoleh pada percobaan dengan penambahan surfaktan SDS. Dari hasil percobaan diperoleh % *recovery* bitumen tertinggi sebesar 91.9% pada variabel konsentrasi SDS sebesar 0.375% dan Na_2CO_3 1% dari massa total. Hasil percobaan dengan hanya menggunakan Na_2CO_3 menghasilkan % *recovery* lebih besar daripada hasil percobaan hanya menggunakan SDS. Dengan demikian, adanya Na_2CO_3 memberikan dampak yang lebih signifikan dalam peningkatan % *recovery* bitumen dibandingkan dengan penambahan SDS. Namun, peran surfaktan SDS dalam pemisahan ini juga penting. Berdasarkan pengamatan pada percobaan yang hanya menggunakan Na_2CO_3 menunjukkan adanya mineral yang cukup banyak di lapisan paling atas yang ditunjukkan pada gambar **nomor 8 Lampiran G** sehingga mempersulit proses pemisahan berikutnya. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya bahan yang menurunkan *surface tension*, dalam hal ini surfaktan SDS sehingga bitumen dan mineral sulit terpisah. Jadi, kombinasi antara surfaktan SDS dan Na_2CO_3 akan menghasilkan % *recovery* yang lebih besar dikarenakan surfaktan SDS dan Na_2CO_3 memiliki fungsi yang berbeda dalam proses pemisahan bitumen dari asbuton.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- 1 *% Recovery* bitumen meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur dari 74.58% pada temperatur 60°C menjadi 91.92% pada temperatur 90°C dengan kondisi konsentrasi Na_2CO_3 sebesar 1% massa dan konsentrasi surfaktan SDS sebesar 0.375% massa.
- 2 *Recovery* bitumen meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan SDS dari 75.44% pada konsentrasi surfaktan SDS 0.125% massa hingga 91.92% pada konsentrasi surfaktan SDS 0.375% massa, kemudian mengalami penurunan hingga 89.43% pada konsentrasi surfaktan 0.5% massa pada temperatur 90°C dengan konsentrasi Na_2CO_3 1% massa.
- 3 *% Recovery* bitumen meningkat seiring dengan meningkatnya penambahan Na_2CO_3 dari 73.34% pada Na_2CO_3 0.25% massa menjadi 91.92% pada kondisi konsentrasi surfaktan SDS 0.375% massa dan temperatur 90°C.

5.2 Saran

1. Perlu adanya alat tambahan berupa sentrifuge untuk mempercepat dan mempermudah proses pemisahan untuk menggantikan proses pemisahan secara pengendapan (gravitasi).
2. Perlu adanya modifikasi proses untuk meningkatkan efisiensi dan *% recovery* bitumen.
3. Perlu dilakukan analisa kualitatif bitumen yang dihasilkan sehingga *% recovery* bitumen dapat terukur dengan akurat.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, A.A. & Wahyudi, S. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar serta Surfaktan*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Ahmed, Dita dan Affan Hamzah. 2015. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar, Surfactan SLS, dan NaOH*. Surabaya: Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Akinyemi, LP, dkk. 2013. *Physical and Chemical Characterization of Oil Sands Observed at Imeri in Ogun State of South Western, Nigeria*. Geoscience Engineering Partnership Journal.
- Akzo Nobel Surface Chemistry LLC. 2011. *HLB & Emulsification, Description of Hydrophile, Lipophile Balance and use of HLB in Producing Emulsions*. Chicago:Technical Information Surface Chemistry.
- Aris. 1997. *Sifat-Sifat Fisis Aspal Hasil Ekstraksi Asbuton Kabungka A dan Kabungka B yang Diekstraksi dengan Pelarut Karbon Tetraklorida (CCl₄) dan Pelarut Naphta*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS.
- Bakhtiar, Marjan T. 2015. *Role of Sodium Hydroxide in Bitumen Extraction: Production of Natural Surfactan and Slime Coating*. Canada: Thesis University of Alberta
- Clark, K.A. & D.S. Paternack. 1920. *The Role of Very Fine Mineral Matter in the Hot Water Separation Process as Applied to Athabaska Bituminous Sand*. Jurnal Research Council of Alberta, Report No.53, 1-22.
- Cullum, D.C. 1994. *Introduction to Surfactant Analysis*. Glasgow: Blackie Academic & Professional
- Dai, Qi dan Ken H. Chung. 1996. *Hot Water Extraction Process Mechanism Using Model Oil Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal Vol. 75 No. 2, 220-226.

- Departemen Pekerjaan Umum: Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman Konstruksi dan bangunan No.001–01/BM/2006.
- Drelich, J. 2008. *Wetting Phenomena in Oil Sand System and There Impact on the water Base Bitumen Extraction Process*. Michigan: *Technology University*, vol 25, 1.
- Dwinurwulan, I., & Diana, P.O. 2009. *Perpindahan Massa pada Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Kerosin*. Surabaya : Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Eurobitume, 2014. “*Bitumen and Asphalt*”. <http://www.eurobitume.eu/bitumen/applications/roads> diakses 22 Januari 2017.
- Fuel Chemistry Division. 2014. “*Oil Sands*”. http://www.ems.psu.edu/~pisupati/ACSO outreach/Oil_Sands.html diakses 23 Januari 2017.
- Gardiner, M. Stroup. 2000. *Use of Normal Propyl Bromide Solvents for Extraction and Recovery of Asphalt Cements*. Auburn : *National Center of Asphalt Technology Auburn University*.
- Genaro. 1990. *Rhemington’s Pharmaceutical Science 18th Ed*. USA : *Mack Printing Company*.
- Hardadi, Rachmad. 2015. *Pertamina-Wika Kembangkan Bisnis Aspal Hybrid* hal 3. Jakarta : *Energia Pertamina*.
- Hupka, J, J.D. Miller dan A.Cortez. 1984. *Importance of Bitumen Viscosity in the Hot Water Processing of Domestic Tar Sands. Technical Papers*
- Institute of Petroleum. 1984. *Modern Petroleum Technology 5th edition Part II*. Singapore: *John Wiley and Sons*.
- Kumar, R. 1995. *Pilot Plant Studies of A New Hot Water process For Extraction of Bitumen For Utah Tar Sands. Department of Chemicals and Fuels Engineering, The University of Utah*.
- Leanon, Rap. 2015. *Pengaruh Rasio Molar Substrat Dan Konsentrasi Katalis Pada Pembuatan Surfaktan Decyl*

- Poliglikosida Dari D-Glukosa Dan Dekanol. Sumut : Laporan Skripsi UNSU.
- Litbang P.U. 2012. *ASBUTON (Aspal Buton)*.
<http://litbang.pu.go.id/asbuton-aspal-buton.balitbang.pu.go.id> diakses 25 Januari 2017.
- Liu, Weikang, Ying Jin, Xiaoli Tan, dan Anthony Yeung. 2011. *Altering The Wettability Of Bitumen-Treated Glass Surfaces With Ionic Surfactants. Fuel Elsevier Journal* 90 (2011) 2858–2862
- Miller, J.D dan M. Misra. 1991. *Comparison Of Water-Based Physical Separation Processes For U.S. Tar Sands. Fuel Processing Technology Elsevier Journal*, 27 (1991) 3-20
- Misra, M dan J.D Miller. 1982. *Hot Water Process Development For Utah Tar Sands. Fuel Processing Technology Elsevier Journal*, Vol 6, 27--59
- Nielsen, B., William Y. & Anil K. 1994. *Effects of Temperature and Pressure on Asphaltene Particle Size Distribution in Crude Oils Diluted with n – Pentane. Industrial Engineering Chemistry Research*, Vol 33, 1324 – 1330.
- Novitrie, N. A. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar serta Surfaktan*. Surabaya:Laporan Thesis Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Nuryanto, A. 2008. *Aspal Buton dan Propelan Padat*. Jakarta
- Pertamina. 2005. *Bahan Bakar Solar*. Solar Sebagai Bahan Bakar Diesel. www.pertamina.com.
- Pertamina, 2008. *Material Safety Data Sheet Solar*.
dprdkaltimprov.go.id/images/badan/proker/solar.pdf
- Purwono, S. 2003. *Koefisien Perpindahan Massa pada Pemisahan Aspal Buton dari Kabungka dan Bau-Bau dengan Pelarut n-Heksan*. Forum Teknik Vol. 29, 40-49.
- Qomary, A. & Suminar Dewi. 2012. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Proses Hot Water*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.

- Rumanto, B. 1989. *Pemanfaatan Aspal Buton (Asbuton) ditinjau dari Aspek Penerapan Konstruksi Jalan Raya*. Majalah Badan Pengkajian dan Terapan Teknologi (BPPT), No. XXXII/1989, 121-131
- Rohman, A., & Syukra, H. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar serta dan NaOH (Natrium Hidroksida)*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Salager, Jean L. 2002. *Surfactants Types and Uses*. Colombia : Universidad De Los Andes
- Sepulveda, J.E., Miller & Oblad. 1979. *Hot Water Extraction of Bitumen From Utah Tar Sands*. Utah:Department of Mining, Metallurgical, and Fuels Engineering University of Utah, Salt Lake City.
- Sevie, Gissa Navira dan Yosita Dyah Anindita. 2013. *Studi Pemisahan Bitumen Dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas Dengan Penambahan Solar, Surfaktan Anionik, Dan Sodium Hidroksida*. Surabaya: Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI ITS.
- Shidiq, M. & Rachmadhani. 2013. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Dengan Proses Hot Water Menggunakan Bahan Pelarut Kerosin dan Larutan Surfaktan*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Siswosoebrotho, Bambang Ismanto., Kusnianti, Neni., Tumewu, dan Willy. 2005. *Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 857-867
- Suprpto dan Murachman, B. 1998. *Bitumen Ekstrak Aspal Buton*. Forum Teknik Jilid 22 No.31.
- Tommy. 2012. *Proses Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Pertasol*. Jurnal Teknik Kimia. FTI-ITS.

- Xu, Ke, Chengdong Wu, Xiaojun Tian, dan Zaili Dong. 2011. *A Study on the Influence of Different Anionic Surfactants on the AFM Scanning and Imaging of SWCNTs*. *Advanced Material Research* Vols. 284-286, pp 110-113.
- Yuda, Teo dan Reza Eka Septiawan. 2015. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar dan Surfaktan Sodium Ligno Sulfonat (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH)*. Surabaya: Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI ITS.
- Zhibing, Shen, Zhang Juntao, Zhang Jie, dan Liang Shengrong. 2014. *The Caustic Alkali-free Water Extraction Agent for Treating Inner Mongolia Oil Sands*. *China Petroleum Processing and Petrochemical Technology*, Vol.16, No.4, pp 65-69
- Zindy. 2013. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Surfaktan*. Surabaya: Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI ITS.

LAMPIRAN A CARA PERHITUNGAN

1. Perhitungan Kadar Bitumen Awal dalam Asbuton

Untuk menentukan kadar bitumen awal pada asbuton dilakukan berdasarkan SNI 03-3640 -1994 yaitu ekstraksi asbuton dengan pelarut TCE (*Trichloroethylene*) menggunakan alat soklet dilakukan pada suhu 90°C hingga pelarut yang ada di dalam tabung soklet jernih. Dilakukan sebanyak 3 kali percobaan.

Contoh perhitungan:

$$\begin{aligned}
 \text{Asbuton kering} &= 29,62 \text{ gr} \\
 \text{TCE (Trichloroethylene)} &= 400 \text{ ml} \\
 \text{T operasi} &= 90^\circ\text{C} \\
 \text{Mineral kering} &= 24,03 \text{ gr} \\
 \text{Bitumen Terekstrak} &= \text{Berat Asbuton} - \text{Berat Mineral} \\
 &= 29,62 \text{ gr} - 24,03 \text{ gr} \\
 &= 5,59 \text{ gr}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kadar Bitumen} &= \frac{\text{Berat Bitumen terekstrak}}{\text{Berat Asbuton}} \times 100 \\
 &= \frac{5,5}{29,62} \times 100\% = 18,57\%
 \end{aligned}$$

Analisa konsentrasi awal dilakukan sebanyak 3 kali, kemudian didapatkan kadar awal bitumen rata – rata sebesar 18,57%.

2. Pembuatan Larutan Surfaktan+Na₂CO₃

) Penambahan larutan surfaktan 25 % dari massa total 1000 gram

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan larutan surfaktan + Na}_2\text{CO}_3 &= \frac{25}{100} \times \text{Massa total} \\
 &= \frac{25}{100} \times 1000 \text{ gram} \\
 &= 250 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & \text{Pembuatan Larutan Surfaktan 0.125\%} \\
 & \text{kebutuhan larutan surfaktan 0.125\%} = \frac{0.1}{1} \times (\text{Massa total campuran}) \\
 & = \frac{0.1}{1} \times 1000 \text{ gram} \\
 & = 1.25 \text{ gram} \\
 & \text{kebutuhan larutan NaOH 0.25\%} = \frac{0.2}{1} \times (\text{Massa total campuran}) \\
 & = \frac{0.2}{1} \times 1000 \text{ gram} \\
 & = 2.5 \text{ gram} \\
 & \text{Kebutuhan air} = 250 \text{ gram} - 1.25 \text{ gram} - 2.5 \text{ gram} \\
 & = 246.25 \text{ gram}
 \end{aligned}$$

3. Penambahan DEX

Kebutuhan DEX + asbuton adalah 75% dari massa total 1000 gram

$$\text{Kebutuhan DEX + asbuton} = \frac{7}{10} \times 1000 \text{ gram} = 750 \text{ gram}$$

Diketahui densitas DEX = 0,831 gram/ml

Asbuton : DEX = 40% : 60%

$$\text{Kebutuhan DEX} = \frac{6}{10} \times 750 \text{ gram} = 450 \text{ gram}$$

$$\text{Kebutuhan asbuton} = \frac{4}{10} \times 750 \text{ gram} = 300 \text{ gram}$$

4. Perhitungan Konsentrasi Bitumen yang Diperoleh

Analisa kadar bitumen dalam larutan dengan cara mengukur densitas campuran solar bitumen

Prosedur :

Untuk mengetahui konsentrasi bitumen dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengukur densitas campuran bitumen dan solar yang diperoleh menggunakan piknometer.
2. Menggunakan kurva kalibrasi untuk menentukan kadar bitumen larutan hasil percobaan dengan cara *mem-plot* nilai yang diperoleh pada kurva kalibrasi bitumen murni antara vs konsentrasi.

Catatan :

Bitumen murni diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan soklet sesuai SNI 03-3640 -1994.

5. Perhitungan %Recovery Bitumen

$$\% \text{ Recovery Bitumen} = \frac{\text{Jumlah Bitumen Terekstrak}}{\text{Jumlah Bitumen Awal}} \times 100$$

LAMPIRAN B

DATA HASIL EKSPERIMEN

Tabel B.1 Hasil Pengujian Kadar Bitumen Sesuai SNI 03-3640-1994

| NO | KETERANGAN | Hasil 1 | Hasil 2 | Hasil 3 |
|----|--|------------|------------|------------|
| 1 | Massa Asbuton Awal Setelah Ekstraksi (a) | 30.02 gram | 30.06 gram | 30 gram |
| 2 | Massa Asbuton Setelah Dioven + Wadah (b) | 62.92 gram | 75.97 gram | 91.52 gram |
| 3 | Massa Kertas Saring (c) | 1.68 gram | 1.76 gram | 2 gram |
| 4 | Massa Kertas Saring + Asbuton (d) | 31.3 gram | 31.43 gram | 31.61 gram |
| 5 | Massa Asbuton Kering (sudah dioven) ($e = d - c$) | 29.62 gram | 29.67 gram | 29.61 gram |
| 6 | Massa Wadah ($f = b - e$) | 33.3 gram | 46.3 gram | 61.91 gram |
| 7 | Massa Asbuton Sisa Ekstraksi sudah dioven + wadah (g) | 59.01 gram | 72.17 gram | 87.94 gram |
| 8 | Massa Asbuton Sisa Ekstraksi sudah dioven ($h = g - f - c$) | 24.03 gram | 24.11 gram | 24.03 gram |
| 9 | Massa Bitumen ($i = e - h$) | 5.59 gram | 5.56 gram | 5.58 gram |
| 10 | % Kadar Air %kadar air = $((a - e)/a) \times 100\%$ | 1.332 % | 1.297 % | 1.300 % |
| 11 | % Kadar Bitumen % kadar awal bitumen = $((i - a)/a) \times 100\%$ | 18.621 % | 18.496 % | 18.600 % |

% Kadar Air

$$= \frac{1.3 + 1.2 + 1.3}{3} \times 100\%$$

$$= 1.30995 \%$$

% Kadar Bitumen Awal Rata – Rata

$$= \frac{1.6 + 1.4 + 1.6}{3} \times 100\%$$

$$= 18.5$$

Tabel B.2 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen

| No | Konsentrasi SDS (% massa) | Konsentrasi Na₂CO₃ (% massa) | T (°C) | Densitas , (gr/ml) | 1/ | Kadar Aspal dalam Bitumen + Solar (%) | Massa Total Bitumen + Solar (gram) | Massa Bitumen dalam Bitumen + Solar (gram) | % Recovery | PH |
|-----------|--|---|-------------------|------------------------------------|-----------|--|---|---|-------------------|-----------|
| 1 | 0.125 | 0.25 | 60 | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 291.38 | 29.74 | 53.37 | 11.0 |
| 2 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 312.11 | 31.85 | 57.16 | 11.1 |
| 3 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 10.71 | 309.73 | 33.18 | 59.55 | 11.2 |
| 4 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 10.71 | 342.78 | 36.72 | 65.90 | 11.3 |
| 5 | 0.25 | 0.25 | 60 | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 267.07 | 27.25 | 48.92 | 11.0 |
| 6 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 324.54 | 33.12 | 59.44 | 11.1 |
| 7 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 346.40 | 35.35 | 63.45 | 11.2 |
| 8 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 398.88 | 40.71 | 73.06 | 11.3 |
| 9 | 0.375 | 0.25 | 60 | 0.84 | 1.18 | 12.21 | 246.26 | 30.08 | 53.99 | 11.0 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|------|----|------|------|-------|--------|-------|-------|------|
| 10 | | 0.5 | | 0.84 | 1.18 | 12.42 | 281.70 | 34.97 | 62.77 | 11.1 |
| 11 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 10.20 | 348.60 | 35.54 | 63.79 | 11.2 |
| 12 | | 1 | | 0.84 | 1.18 | 12.16 | 341.61 | 41.55 | 74.58 | 11.3 |
| 13 | 0.5 | 0.25 | 60 | 0.84 | 1.19 | 10.60 | 280.70 | 29.76 | 53.41 | 11.0 |
| 14 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 10.90 | 302.45 | 32.98 | 59.19 | 11.1 |
| 15 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 10.40 | 335.40 | 34.88 | 62.60 | 11.2 |
| 16 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 11.16 | 332.20 | 37.06 | 66.52 | 11.3 |
| 17 | 0.125 | 0.25 | 70 | 0.84 | 1.19 | 10.71 | 303.28 | 32.49 | 58.31 | 11.0 |
| 18 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 10.71 | 306.78 | 32.86 | 58.98 | 11.1 |
| 19 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 310.13 | 34.79 | 62.44 | 11.2 |
| 20 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 336.08 | 37.70 | 67.67 | 11.3 |
| 21 | 0.25 | 0.25 | 70 | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 290.15 | 32.55 | 58.42 | 11.0 |
| 22 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 299.58 | 33.61 | 60.32 | 11.1 |
| 23 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 333.22 | 37.38 | 67.09 | 11.2 |
| 24 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 379.05 | 42.52 | 76.32 | 11.3 |
| 25 | 0.375 | 0.25 | 70 | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 299.77 | 33.63 | 60.36 | 11.0 |
| 26 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 313.67 | 35.19 | 63.16 | 11.1 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-------|------|----|------|------|-------|--------|-------|-------|------|
| 27 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 357.00 | 40.05 | 71.88 | 11.2 |
| 28 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 392.29 | 44.01 | 78.99 | 11.3 |
| 29 | 0.5 | 0.25 | 70 | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 277.20 | 31.10 | 55.81 | 11.0 |
| 30 | | 0.5 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 309.98 | 34.77 | 62.41 | 11.1 |
| 31 | | 0.75 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 336.71 | 37.77 | 67.79 | 11.2 |
| 32 | | 1 | | 0.84 | 1.19 | 11.22 | 374.79 | 42.05 | 75.46 | 11.3 |
| 33 | 0.125 | 0.25 | 80 | 0.84 | 1.18 | 12.23 | 270.87 | 33.12 | 59.44 | 11.0 |
| 34 | | 0.5 | | 0.84 | 1.18 | 12.23 | 316.67 | 38.72 | 69.49 | 11.1 |
| 35 | | 0.75 | | 0.84 | 1.18 | 12.23 | 328.42 | 40.16 | 72.07 | 11.2 |
| 36 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 12.73 | 328.57 | 41.83 | 75.07 | 11.3 |
| 37 | 0.25 | 0.25 | 80 | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 268.92 | 35.58 | 63.86 | 11.0 |
| 38 | | 0.5 | | 0.85 | 1.18 | 14.26 | 291.43 | 41.57 | 74.61 | 11.1 |
| 39 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 14.26 | 295.23 | 42.11 | 75.58 | 11.2 |
| 40 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 335.60 | 44.40 | 79.69 | 11.3 |
| 41 | 0.375 | 0.25 | 80 | 0.85 | 1.18 | 12.73 | 297.78 | 37.91 | 68.03 | 11.0 |
| 42 | | 0.5 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 317.30 | 41.98 | 75.35 | 11.1 |
| 43 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 339.77 | 44.95 | 80.68 | 11.2 |

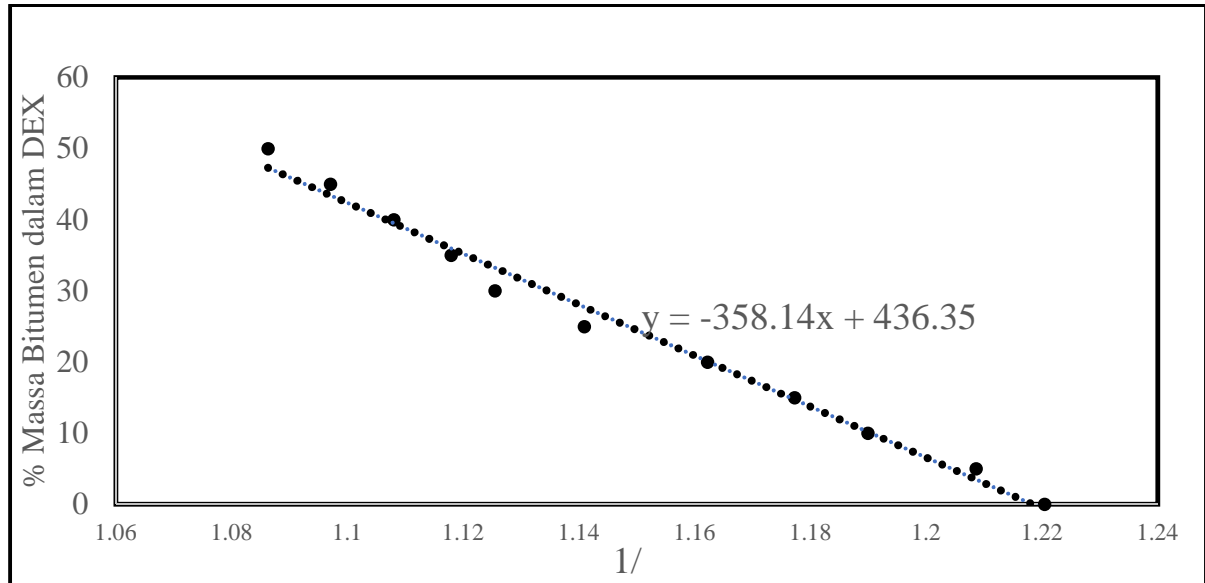
| | | | | | | | | | | |
|----|-------|------|----|------|------|-------|--------|-------|-------|------|
| 44 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 344.67 | 45.60 | 81.85 | 11.3 |
| 45 | 0.5 | 0.25 | 80 | 0.84 | 1.18 | 12.23 | 265.54 | 32.47 | 58.27 | 11.0 |
| 46 | | 0.5 | | 0.84 | 1.18 | 12.23 | 317.60 | 38.83 | 69.70 | 11.1 |
| 47 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 12.92 | 329.85 | 42.61 | 76.47 | 11.2 |
| 48 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 12.73 | 350.33 | 44.60 | 80.04 | 11.3 |
| 49 | | 0.25 | | 0.85 | 1.18 | 12.73 | 305.34 | 38.87 | 69.76 | 11.0 |
| 50 | 0.125 | 0.5 | 90 | 0.85 | 1.18 | 12.73 | 306.56 | 39.02 | 70.04 | 11.1 |
| 51 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 304.46 | 40.28 | 72.30 | 11.2 |
| 52 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 317.69 | 42.03 | 75.44 | 11.3 |
| 53 | | 0.25 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 299.44 | 39.62 | 71.11 | 11.0 |
| 54 | 0.25 | 0.5 | 90 | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 316.67 | 41.90 | 75.20 | 11.1 |
| 55 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 335.82 | 44.43 | 79.74 | 11.2 |
| 56 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 13.73 | 367.21 | 50.42 | 90.50 | 11.3 |
| 57 | | 0.25 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 308.85 | 40.86 | 73.34 | 11.0 |
| 58 | 0.375 | 0.5 | 90 | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 327.34 | 43.31 | 77.73 | 11.1 |
| 59 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 13.23 | 340.68 | 45.07 | 80.90 | 11.2 |
| 60 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 13.73 | 372.99 | 51.22 | 91.92 | 11.3 |

| | | | | | | | | | | |
|----|-----|------|----|------|------|-------|--------|-------|-------|------|
| 61 | 0.5 | 0.25 | 90 | 0.85 | 1.18 | 13.73 | 255.22 | 35.04 | 62.90 | 11.0 |
| 62 | | 0.5 | | 0.85 | 1.18 | 13.73 | 287.30 | 39.45 | 70.80 | 11.1 |
| 63 | | 0.75 | | 0.85 | 1.18 | 13.73 | 324.34 | 44.53 | 79.93 | 11.2 |
| 64 | | 1 | | 0.85 | 1.18 | 13.73 | 362.92 | 49.83 | 89.44 | 11.3 |

*Volume Picnometer = 9.983 ml

LAMPIRAN C

KURVA KALIBRASI KADAR BITUMEN

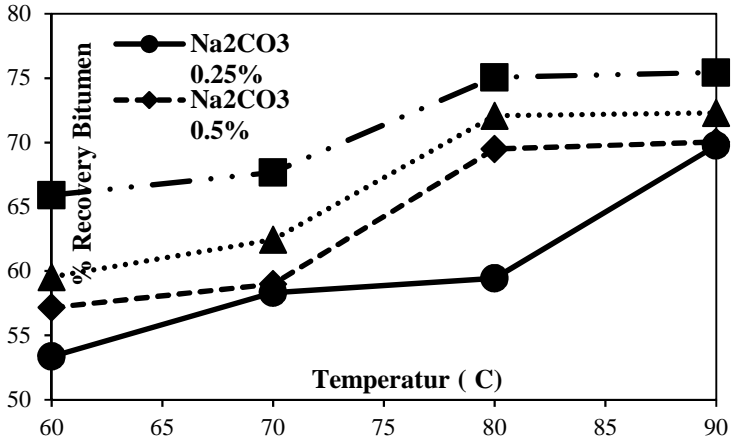


Grafik C.1 Kurva Kalibrasi Kadar Bitumen

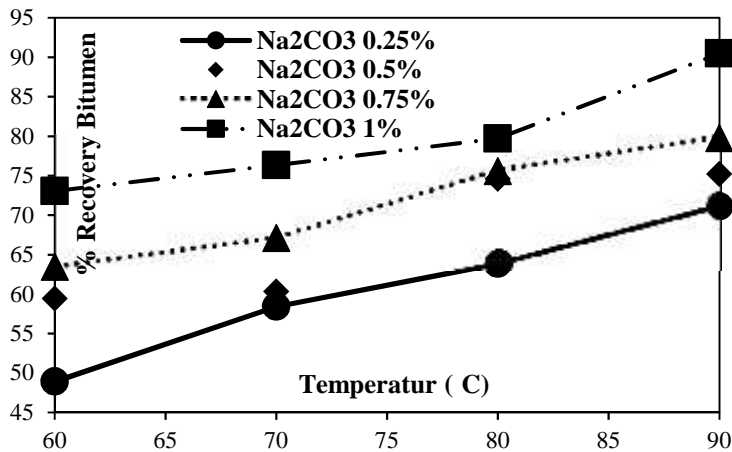
Tabel C.1 Data Penentuan Kadar Bitumen dalam DEX

| % Massa Bitumen Dalam DEX | Massa Picnometer + Bitumen + Solar (gram) | Massa Bitumen + Solar (gram) | Volume Bitumen + Solar (ml) | Densitas, ρ (gram/ml) | $1/\rho$ |
|----------------------------------|--|-------------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------|
| 50 | 21.58 | 9.19 | 9.983 | 0.920553239 | 1.086303276 |
| 45 | 21.49 | 9.10 | 9.983 | 0.911538028 | 1.097046935 |
| 40 | 21.40 | 9.01 | 9.983 | 0.902522817 | 1.108005229 |
| 35 | 21.32 | 8.93 | 9.983 | 0.894509296 | 1.117931367 |
| 30 | 21.26 | 8.87 | 9.983 | 0.888499155 | 1.125493473 |
| 25 | 21.14 | 8.75 | 9.983 | 0.876478873 | 1.140928812 |
| 20 | 20.98 | 8.59 | 9.983 | 0.860451831 | 1.162180106 |
| 15 | 20.87 | 8.48 | 9.983 | 0.849433239 | 1.177255555 |
| 10 | 20.78 | 8.39 | 9.983 | 0.840418028 | 1.189884042 |
| 5 | 20.65 | 8.26 | 9.983 | 0.827396056 | 1.20861103 |
| 0 | 20.57 | 8.18 | 9.983 | 0.819382535 | 1.220431187 |

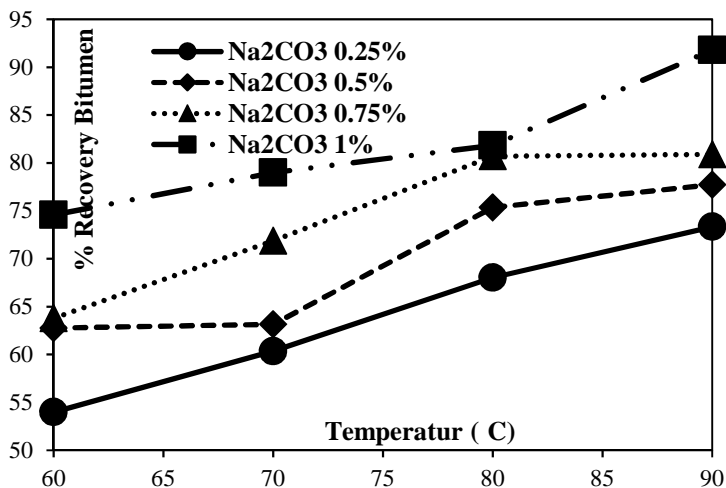
LAMPIRAN D **PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP** **%RECOVERY BITUMEN**



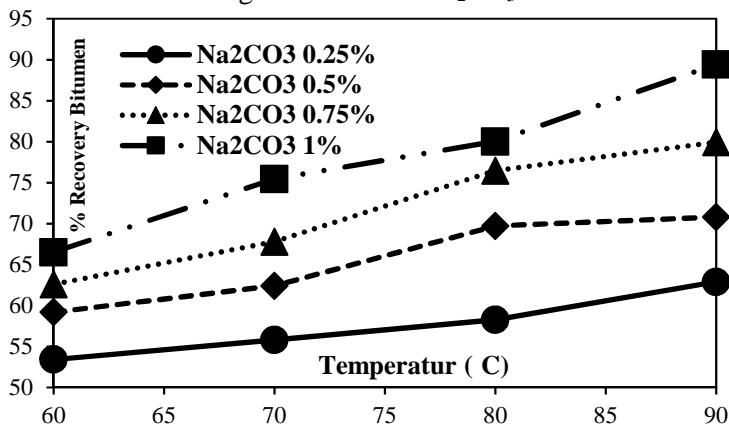
Grafik D.1 Pengaruh temperatur terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi SDS 0.125% dengan berbagai konsentrasi Na_2CO_3



Grafik D.2 Pengaruh temperatur terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi SDS 0.25% dengan berbagai konsentrasi Na_2CO_3

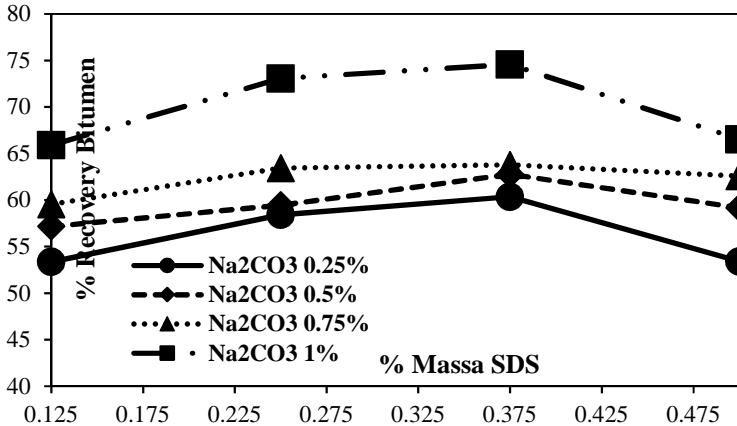


Grafik D.3 Pengaruh temperatur terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi SDS 0.375% dengan berbagai konsentrasi Na_2CO_3

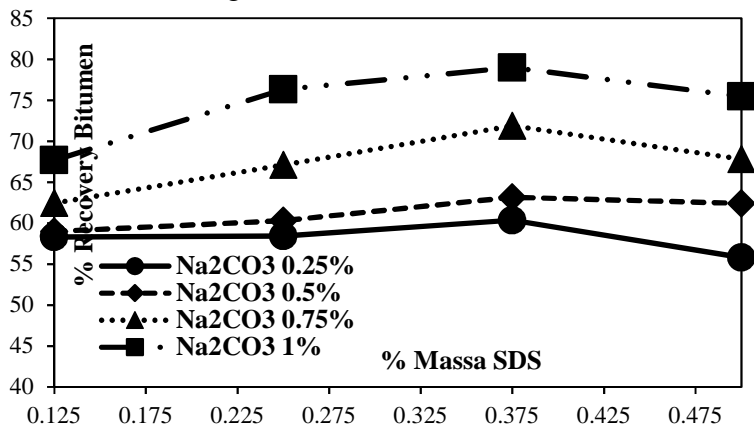


Grafik D.4 Pengaruh temperatur terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi SDS 0.5% dengan berbagai konsentrasi Na_2CO_3

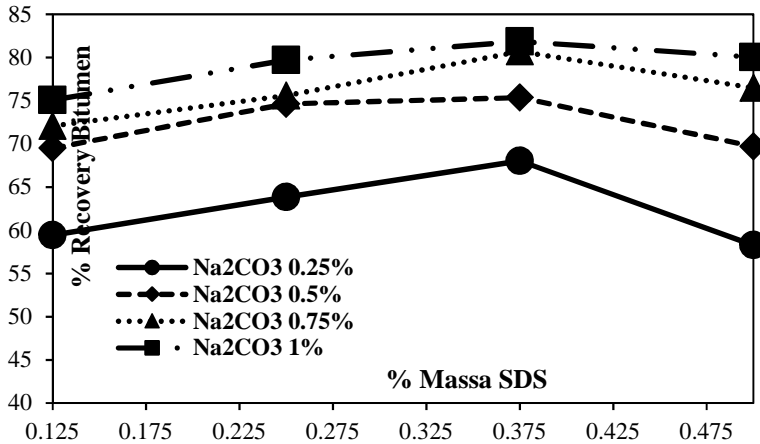
LAMPIRAN D
PENGARUH KONSENTRASI SURFAKTAN SDS
TERHADAP %RECOVERY BITUMEN



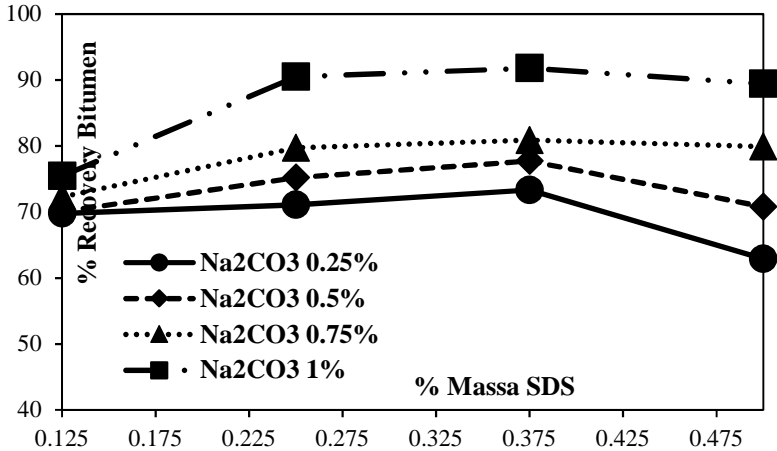
Grafik E.1 Pengaruh konsentrasi SDS terhadap %recovery bitumen pada temperatur 60°C dengan berbagai konsentrasi Na_2CO_3



Grafik E.2 Pengaruh konsentrasi SDS terhadap %recovery bitumen pada temperatur 70°C dengan berbagai konsentrasi Na_2CO_3

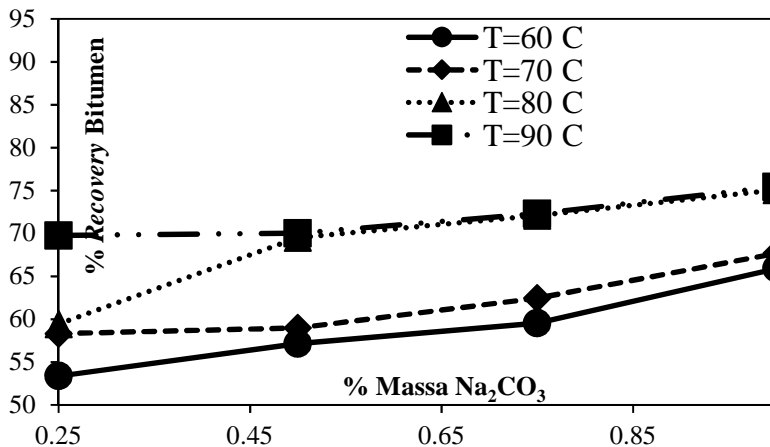


Grafik E.3 Pengaruh konsentrasi SDS terhadap %recovery bitumen pada temperatur 80°C dengan berbagai konsentrasi Na₂CO₃

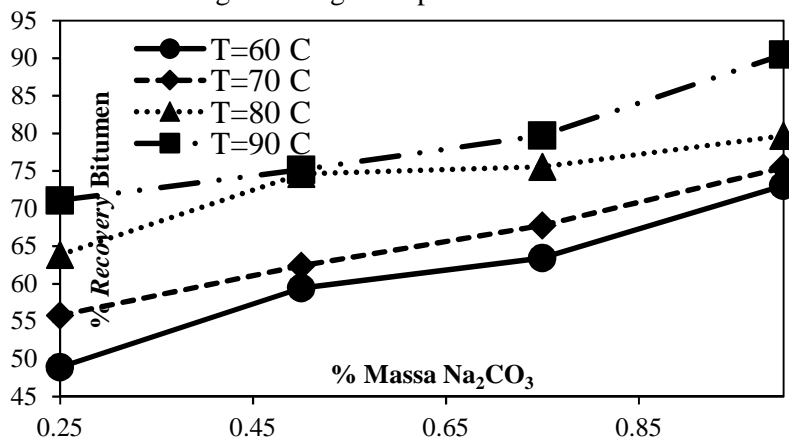


Grafik E.3 Pengaruh konsentrasi SDS terhadap %recovery bitumen pada temperatur 90°C dengan berbagai konsentrasi Na₂CO₃

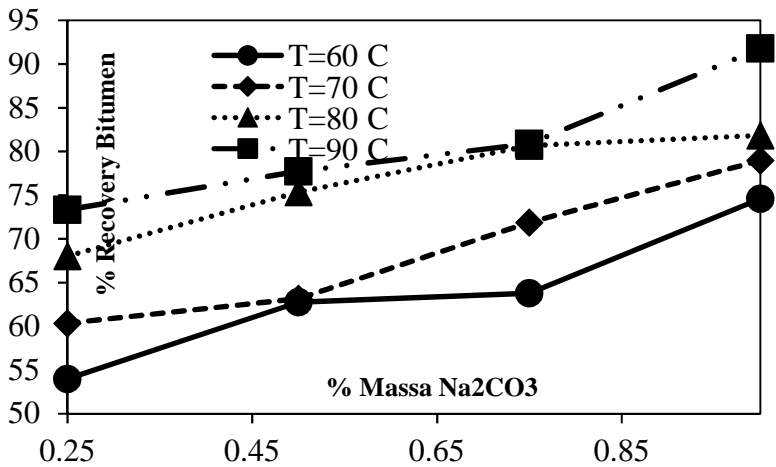
LAMPIRAN F
PENGARUH KONSENTRASI Na_2CO_3 TERHADAP
%RECOVERY BITUMEN



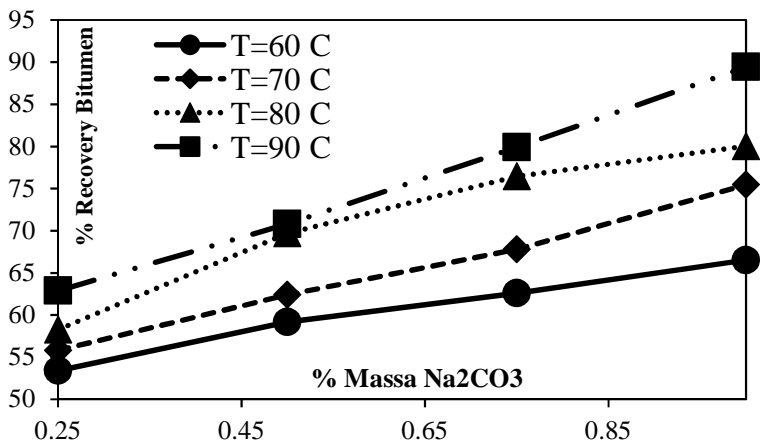
Grafik F.1 Pengaruh konsentrasi Na_2CO_3 terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi surfaktan SDS 0.125% dengan berbagai temperatur



Grafik F.2 Pengaruh konsentrasi Na_2CO_3 terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi surfaktan SDS 0.25% dengan berbagai temperature







Grafik F.3 Pengaruh konsentrasi Na_2CO_3 terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi surfaktan SDS 0.375% dengan berbagai temperature







Grafik F.4 Pengaruh konsentrasi Na_2CO_3 terhadap %recovery bitumen pada konsentrasi surfaktan SDS 0.5% dengan berbagai temperatur

LAMPIRAN G
DOKUMENTASI PROSES PENGENDAPAN GRAVITASI

| | | |
|----------|---|--|
| 1 | Konsentrasi SDS = 0.375% Konsentrasi Na_2CO_3 = 1 % Suhu = 90°C |  |
| 2 | Konsentrasi SDS = 0.5% Konsentrasi Na_2CO_3 = 0.5 % Suhu = 80°C |  |

| | | |
|---|--|--|
| 3 | <p>Konsentrasi SDS = 0.125%</p> <p>Konsentrasi Na₂CO₃ = 0.5 %</p> <p>Suhu = 70°C</p> |  |
| 4 | <p>Konsentrasi SDS = 0.375%</p> <p>Konsentrasi Na₂CO₃ = 0.25 %</p> <p>Suhu = 60°C</p> |  |

| | | |
|---|---|--|
| 5 | <p>Konsentrasi SDS = 0.5% Konsentrasi Na₂CO₃ = 1 % Suhu = 90°C</p> |  |
| 6 | <p>Blangko Konsentrasi SDS = 0.5% Suhu = 90°C</p> |  |

| | | |
|---|---|--|
| 7 | <p>Blangko Konsentrasi SDS = 0.375% Suhu = 90°C</p> |  |
| 8 | <p>Blangko Konsentrasi Na₂CO₃ = 0.375% Suhu = 90°C</p> |  |

RIWAYAT PENULIS



Afri Dwijatmiko adalah mahasiswa S1 Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang memiliki minat pada proses kimia dan pemisahan. Selama kuliah, penulis memiliki antusiasme tinggi untuk mata kuliah azas dan operasi teknik kimia, desain pabrik kimia, dan pengolahan limbah. Penulis yang pada tahun terakhir aktif di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa ini memiliki hobi diskusi, bermain game

dan *travelling*. Pengalaman yang pernah dienyam penulis di dunia Teknik Kimia yaitu kerja praktik di Departemen Operasi Pusri III, Pupuk Sriwidjaja Palembang. Penulis juga memiliki semangat tinggi untuk melakukan riset. Ada dua riset yang pernah dilakukannya, yakni **“Studi Pemisahan Bitumen Dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas Dengan Penambahan Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dan *Sodium Carbonate* (Na_2CO_3)”**, yang hasil penelitiannya telah berada di tangan Anda yang dapat dilaksanakan dengan baik berkat bimbingan dari dosen-dosen Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Teknik Kimia ITS. Selain itu penulis juga cukup menguasai aplikasi proses seperti Aspen HYSYS. Untuk kepentingan korespondensi penulis dapat dihubungi pada alamat email afriafc02@gmail.com.



Aditya Akhmad Sony, lahir pada tanggal 27 Maret 1995 di Sidoarjo. Penulis merupakan mahasiswa S1 Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama berkuliah, Penulis yang merupakan anak pertama dari dua bersaudara ini memiliki antusiasme yang tinggi untuk mengembangkan diri di bidang proses, pemisahan, dan desain kolom pemisah, serta *project management*. Selain berkuliah dan berorganisasi, penulis juga menimba pengalaman melalui Kerja Praktik di PT Pupuk Sriwidjaja Palembang di Departemen Operasi PUSRI IV. Penulis yang menaruh minat lebih pada musik dan penelitian ini memilih Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa untuk melakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul “**Studi Pemisahan Bitumen Dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas Dengan Penambahan Surfaktan *Sodium Dodecyl Sulfate* (SDS) dan *Sodium Carbonate* (Na_2CO_3)**” yang dapat dilaksanakan dengan baik berkat bimbingan dari dosen-dosen Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Teknik Kimia ITS. Untuk kepentingan korespondensi penulis dapat dihubungi pada alamat email adityakhmadsony@gmail.com.